# GUIDE DE L'APPLE

TOME 1

# L'APPLE STANDARD

Benoît de Merly

Edimicro

# L'APPLE STANDARD

© F.D.S./Edimicro 1983
Première édition

Imprimé en France. Droits mondiaux réservés.

« La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite » (alinéa 1er de l'article 40) ».
« Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal ».

Tome 1. ISBN : 2-904457-00-3

**EDIMICRO**

DÉPARTEMENT ÉDITIONS DE F.D.S. SARL

**10, rue Henri-Pape, 75013 Paris. Tél. : 588-76-53**

# L'APPLE STANDARD

par

Benoît de MERLY

Edimicro

# Préface

Lorsqu'ils lancèrent sur le marché cette petite boîte de couleur crème qu'ils avaient baptisée APPLE II, Steve JOBS et ses collègues étaient loin de se douter de l'avenir qui attendait le premier microordinateur personnel.

Bien sûr, quelques amis de leur entourage s'étaient montrés enthousiastes devant les possibilités de l'appareil. Mais à la fin de 1977, qui pouvait prévoir un tel succès ? Quelques années plus tard, un million d'exemplaires étaient entrés dans les bureaux, les usines, les ateliers, les écoles et les foyers du monde entier.

Quand le mot microordinateur est apparu, les plus clairvoyants imaginaient déjà les « gros » ordinateurs réduits à la taille micro, mais personne n'aurait parié que vous, moi, nos enfants, allions très rapidement pouvoir l'utiliser pour jouer, apprendre et travailler.

Steve JOBS avait une certaine idée de ce que serait son APPLE II. Les utilisateurs ont démultiplié cette idée : en fouinant dans les instructions, en essayant différentes commandes et divers modes d'utilisation, les « users » ont en fait inventé la microinformatique.

Pour moi, qui dois présenter souvent cette nouvelle discipline à un public de télévision très vaste et très peu habitué à ces machines, la différence entre microinformatique et Informatique (notez la majuscule !) est au moins aussi grande qu'entre une Formule 1 et la voiture de Monsieur-tout-le-monde. Vous pouvez bien sûr, avec de l'entraînement et beaucoup d'argent, piloter une voiture de course sur circuit rapide, ce qui équivaut dans notre domaine à maîtriser les grosses machines des centres de calcul.

Si, plus simplement, vous aimez votre métier, si vous voulez améliorer votre vie quotidienne au travail et à la maison, sachez que la microinformatique est à votre portée, surtout grâce à des outils comme celui que vous tenez en main.

Ce guide va se révéler très vite indispensable, dans la recherche des meilleures possibilités de votre APPLE. Vous pouvez, grâce aux différents niveaux de compréhension, n'aborder en première lecture que les chapitres simples, les chapitres sur le BASIC par exemple. Plus vous en saurez, plus vous aurez envie d'aller de l'avant.

Vous deviendrez celui ou celle qui en sait un peu plus, qui comprend mieux et donc maîtrise mieux sa machine. Vos possibilités en seront décuplées, et le bénéfice de votre investissement vous apparaîtra pleinement : c'est précisément le but de cet ouvrage.

Georges LECLERE
mars 1983

# Table des matières

## TOME 1 : L'APPLE II STANDARD


CHAPITRE 1. — **Présentation générale** ..... 1

1.1 Introduction ..... 1
1.2 Unité centrale ..... 4
1.3 Cartes d'extension classiques ..... 6
1.4 Sortie télévision et variantes ..... 8
1.5 Autres extensions possibles ..... 9

CHAPITRE 2. — **Le basic APPLESOFT** ..... 11

2.1 Introduction ..... 11
2.2 Description syntaxique de l'APPLESOFT ..... 11

2.2.1 Variables simples ..... 11
2.2.2 Variables tableaux ..... 12
2.2.3 Opérateurs numériques ..... 12
2.2.4 Opérateurs relationnels ..... 13
2.2.5 Opérateurs logiques ..... 13
2.2.6 Instructions de contrôle ..... 14
2.2.7 Accès à la mémoire et appel de sous-programmes assembleur ..... 15
2.2.8 Edition de texte sur l'écran ..... 16
2.2.9 Instructions d'entrée-sortie sur l'écran ..... 18
2.2.10 Création d'une fenêtre de texte sur l'écran ..... 20
2.2.11 Instructions d'entrée-sortie avec les périphériques .. 21
2.2.12 Traitement des erreurs ..... 22
2.2.13 Commandes diverses ..... 24
2.2.14 Fonctions traitant les chaînes de caractères ..... 24
2.2.15 Fonctions numériques ..... 25

2.2.16 Organisation de la mémoire ..... 25
- Introduction ..... 25
- Carte mémoire ..... 26
- Utilisation de la page mémoire zéro ..... 26
- Organisation des variables ..... 29
- Organisation des instructions ..... 32
- Modification de l'adresse déchargement d'un programme ..... 34

2.3 Utilisation d'une imprimante ..... 34

2.3.1 Introduction ..... 34
2.3.2 L'Epson MX82FT ..... 35

2.4 Exemples ..... 37

2.4.1 Introduction ..... 37
2.4.2 Menu ..... 37
2.4.3 Saisie de données ..... 38
2.4.4 Impression de données ..... 41
2.4.5 Recherche de données ..... 42
2.4.6 Modification de données ..... 43

CHAPITRE 3. — **Possibilités graphiques, sonores et jeux** ..... 45

3.1 Introduction ..... 45
3.2 Mode graphique basse résolution ..... 46

3.2.1 Entrée dans le mode ..... 46
3.2.2 Instructions graphiques ..... 47
3.2.3 Utilisation de la mémoire ..... 50
3.2.4 Exemple ..... 50

3.3 Mode graphique haute résolution ..... 51

3.3.1 Introduction ..... 51
3.3.2 Entrée dans le mode ..... 52
3.3.3 Instructions graphiques ..... 52
3.3.4 Exemple ..... 53
3.3.5 Tracé de courbes ..... 55

3.4 Formes graphiques haute-résolution préenregistrées ..... 59

3.4.1 Définition ..... 60
3.4.2 Codage ..... 60
3.4.3 Assemblage d'une table de figures ..... 62
3.4.4 Programme de création de figures graphiques ..... 63
3.4.5 Sauvegarde sur cassette ..... 67
3.4.6 Sauvegarde sur disquette ..... 67
3.4.7 Instructions de travail ..... 68

- DRAW ..... 68
- XDRAW ..... 69
- SCALE ..... 69
- ROT ..... 70

3.4.8 Utilisation de figures — zoom ..... 70

3.5 Périphériques graphiques pour APPLE II ..... 72

3.5.1 Périphériques de sortie ..... 72
3.5.2 Périphériques en entrée ..... 72

3.6 Possibilités sonores ..... 72

3.6.1 Mise en œuvre ..... 73
3.6.2 Emission d'un son de durée et fréquence données ..... 73

3.7 Manettes de jeux et joystick ..... 74

CHAPITRE 4. — **Programmation en assembleur 6502 et moniteur APPLE II** ..... 75

4.1 Introduction ..... 75
4.2 Programmation en assembleur 6502 ..... 76

4.2.1 Introduction ..... 76
4.2.2 Le microprocesseur 6502 ..... 76

- L'accumulateur ..... 77
- Le pointeur de programme ..... 78
- Le registre d'états P ..... 78
- Le pointeur de pile. La pagination ..... 79
- Modes d'adressage du 6502. Registres d'index X et Y . 79

4.2.3 Tableau des instructions du 6502 ..... 81
4.2.4 Techniques de base de programmation en assembleur 6502 ..... 87
- Branchements ..... 87
- Opérations logiques ..... 88
- Décalages et rotations ..... 88
- Opérations arithmétiques ..... 90
- Sous-programmes ..... 91
- Utilisation de la pile ..... 91
- Entrées-sorties ..... 91

4.2.5 Conseils au lecteur débutant ..... 92

4.3 Le moniteur ..... 93

4.3.1 Présentation ..... 93
4.3.2 Accès au moniteur à partir du Basic ..... 93
- Accès au moniteur ..... 93
- Sortie du moniteur ..... 94

4.3.3 Les commandes du moniteur ..... 95
- Examen et modification de la mémoire ..... 95
  Pas à pas ..... 95
  Par zone mémoire ..... 96
- Recopie et comparaison de zones mémoires ..... 99
  Recopie ..... 99
  Comparaison ..... 100
  Initialisation ..... 101
- Sauvegarde et restauration d'une zone mémoire ..... 102
  Cassette ..... 102
  Disquette ..... 104
  Vérification ..... 105
- Mise au point de programmes en langage machine ... 107
  - Examen et modification des registres ..... 107
  - Création et exécution d'un programme ..... 108
  - Désassemblage d'un programme ..... 109
  - Le miniassembleur ..... 110
    * Accès ..... 110
    * Accès aux commandes du moniteur ..... 111

* Sortie ..... 111
* Instructions ..... 111
- Mise au point ..... 113
* Exécution d'un programme pas à pas ..... 113
* Obtention d'une trace ..... 114
* Exemple ..... 114
- Modification des entrées-sorties ..... 118
- Création d'une commande utilisateur ..... 119

4.3.4 Adresses mémoire et sous-programmes du moniteur de l'APPLE II + ..... 120

- Description de la carte mémoire ..... 120
- Présentation générale ..... 120
- Utilisation de la page zéro ..... 121
- Pages un à trois ..... 126
- Pages de texte et graphique résolution ..... 127
- Entrées-sorties ..... 129
* Adresses spéciales ..... 129
* Cartes d'extension ..... 134
- Sous-programmes d'entrées-sorties ..... 135
- Clavier ..... 135
- Ecran ..... 139
* Affichage de texte dans la fenêtre ..... 139
* Gestion des modes de l'écran ..... 140
* Manipulations des données ..... 140
Fonctions ESC ..... 141
Mouvements du curseur ..... 142
Scrolling ..... 142
* Affichage de texte à l'extérieur de la fenêtre ..... 143
* Gestion du mode graphique basse résolution ..... 143
- Haut-parleur ..... 145
- Cassette ..... 145
- Manettes de jeux et E/S analogiques ..... 147
- Attente d'un délai ..... 147
- Gestion des interruptions ..... 148
- Généralités ..... 148
- NMI ..... 149
- RESET ..... 150
- IRQ/BRK ..... 151

● Utilisation des commandes du moniteur comme sous-programmes ..... 151

ANNEXES

A1 Codes ASCII ..... 159
A2 Codes ASCII saisissables au clavier ..... 161
A3 Codes ASCII affichables à l'écran ..... 162
A4 Tableau des sous-programmes assembleur classés par adresse croissante ..... 163
A5 Tableau des adresses utiles dans la zone des E/S par ordre croissant ..... 166

CHAPITRE 1

# Présentation de l'APPLE II

## 1.1 INTRODUCTION

L'APPLE II est un microordinateur utilisable par les amateurs et les professionnels. Il se présente dans un boîtier compact, facile à transporter. Le clavier, incorporé sur la face avant du boîtier, possède les caractéristiques suivantes :

— 63 touches permettant de générer les 128 codes ASCII,
— caractères minuscules et majuscules,
— agencements AZERTY (machine à écrire française) ou QWERTY sélectionnables par un interrupteur.

La sortie vidéo est présente à l'arrière de l'appareil et délivre des signaux selon le code PAL.

La photo A montre un APPLE *II e* muni d'une unité de disquettes et d'un moniteur vidéo.

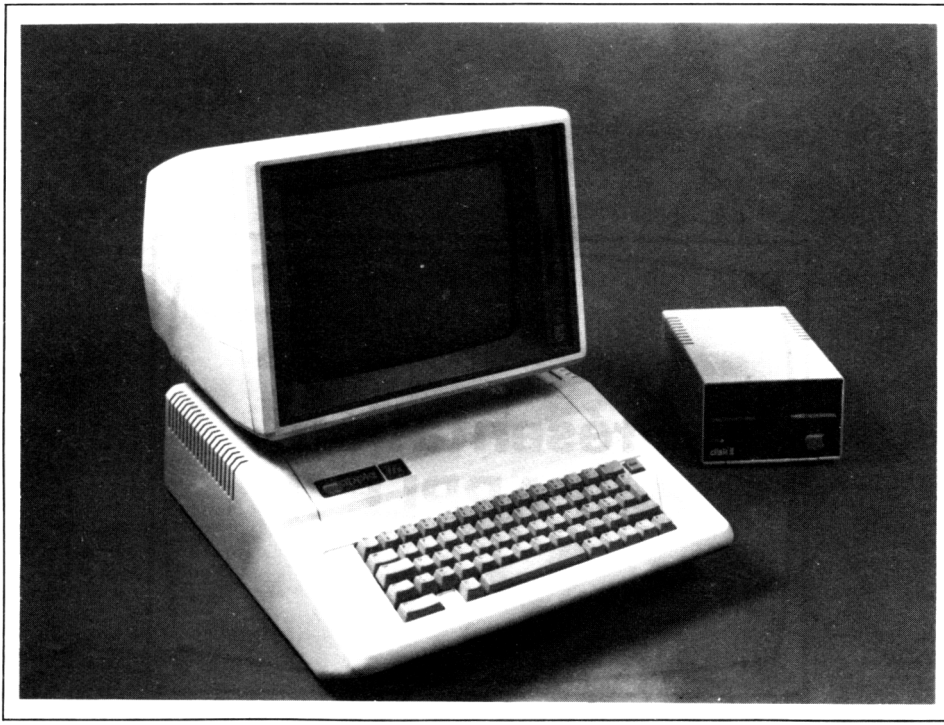


***Photo A : Système APPLE II e***

Mais de quoi se compose l'intérieur de la machine ? Comme le montre la photo B, appuyez vers le haut au centre de la face arrière pour ôter le couvercle.

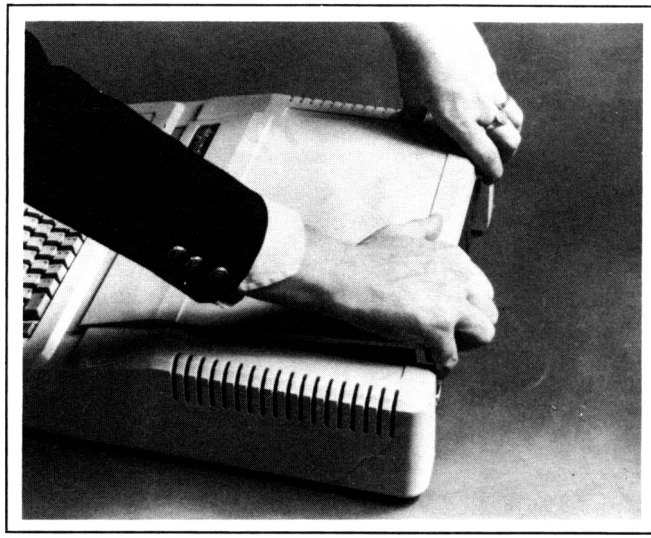


***Photo B : Enlèvement du couvercle***

Vous pouvez alors distinguer les éléments suivants sur la photo C :

— le bloc alimentation autonome qui génère les tensions continues ± 5 V, ± 12 V,

— la carte principale qui contient le microprocesseur 6502 et sur laquelle nous reviendrons au paragraphe suivant,

— le haut-parleur permettant de générer des sons de durée et de fréquence variables, situé sous le clavier (cf. chap. 3),

— l'interface vidéo et l'étage PAL,

— l'interface cassette,

— une prise de connexion de manettes de jeux ou d'entrées-sorties analogiques,

— sept connecteurs d'extension permettant d'insérer des cartes ajoutant diverses fonctions à l'APPLE II,

— le panneau arrière conçu pour des branchements et des débranchements rapides,

— un connecteur auxiliaire destiné aux cartes vidéo.

*La carte de gestion du clavier de l'*APPLE II + *a été intégrée dans la carte mère de l'*APPLE *II e, qui comporte en outre un connecteur pour clavier numérique séparé.*

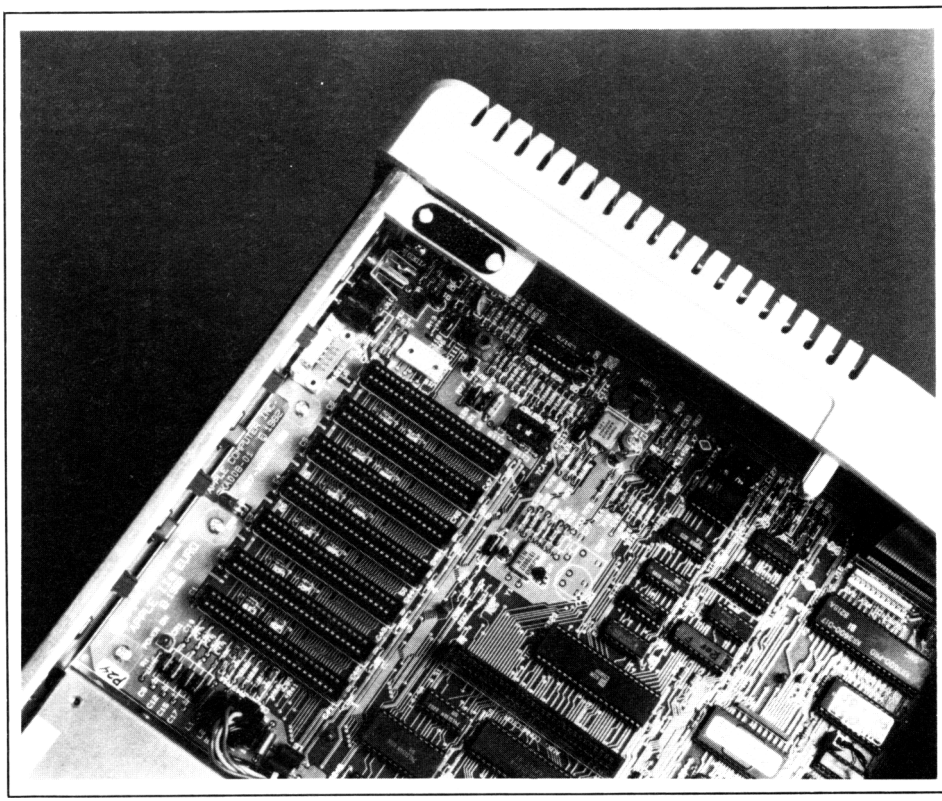


*Photo C : Vue interne de l'APPLE II e*

## 1.2 UNITÉ CENTRALE

Examinons de plus près la carte principale de l'APPLE *II e*.
Sur la photo D, figurent les éléments suivants :

— le microprocesseur 6502A, pièce maîtresse du système, qui effectue les opérations de calcul, exécute les programmes, communique avec la mémoire et les périphériques, etc. Il fonctionne à 1 MHz et effectue jusqu'à 500 000 opérations par seconde sur 8 bits,

— deux boîtiers de mémoire ROM (8 K × 8 bits) contenant dans 16 K octets, le Basic APPLESOFT, le programme moniteur dont nous parlons au chapitre 4 et qui gère les entrées-sorties, et des programmes d'autotest du système,

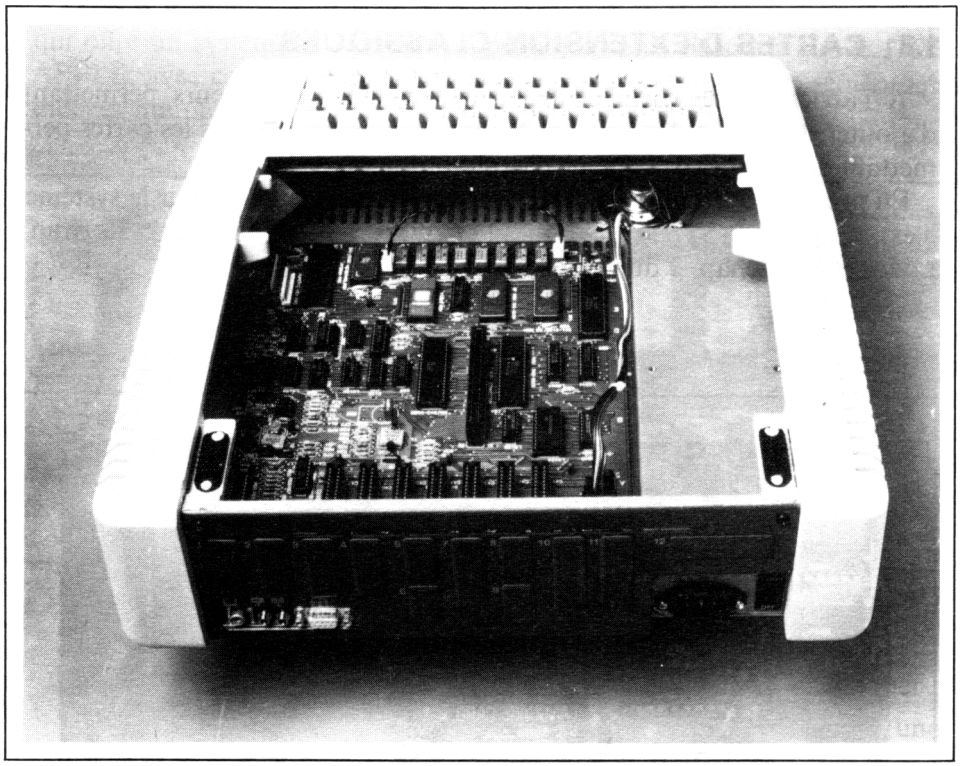


***Photo D : Unité centrale***

— huit boîtiers de mémoire RAM (64 K × 1 bit) effaçables à la coupure du courant, offrant 64 K octets disponibles aux programmes utilisateurs,

— une unité de gestion de la mémoire permettant d'accéder aux mémoires RAM et ROM alternativement.

*Nous supposerons dans la suite du livre que la* ROM Basic *est sélectionnée, ce qui permet d'avoir simultanément* 48 K *octets de* RAM *disponibles.*

## 1.3 CARTES D'EXTENSION CLASSIQUES

A l'arrière de la carte centrale figurent des connecteurs permettant d'ajouter des cartes d'extension. Nous décrivons ci-dessous les cartes permettant de changer de système d'exploitation ou de langage.

En premier lieu, citons la carte langage qui permet d'obtenir le système d'exploitation P-SYSTEM U.C.S.D. et les langages Pascal, Fortran, Logo, etc. (cf. chap. 2 du tome 2.)

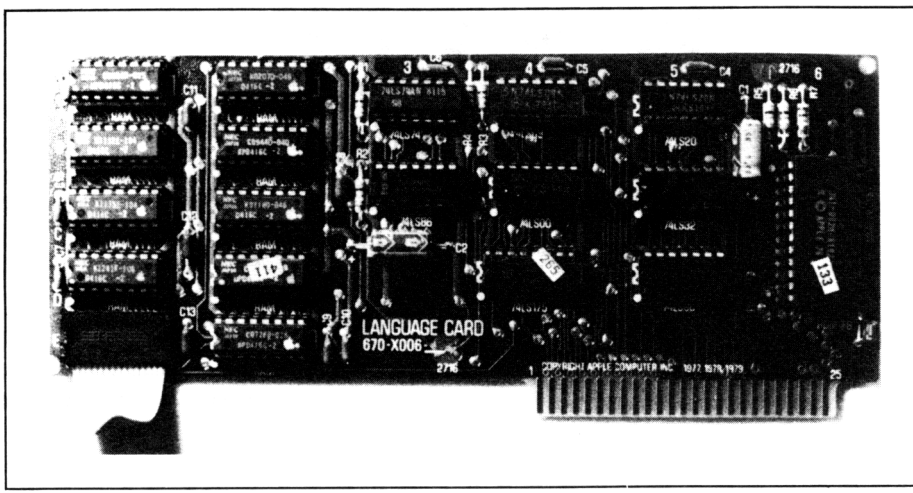



***Photo E : Carte langage APPLE***

*Cette carte a été intégrée dans le modèle* APPLE *IIe et il suffit d'avoir les disquettes correspondantes pour disposer des langages Pascal, Fortran, Logo, etc.*

Dans le même style de carte, la carte M/DOS, créée par la société MIS, qui offre un système d'exploitation beaucoup plus puissant que le DOS APPLE, avec gestion de masques d'entrées-sorties, de fichiers séquentiels indexés multiclés, etc.

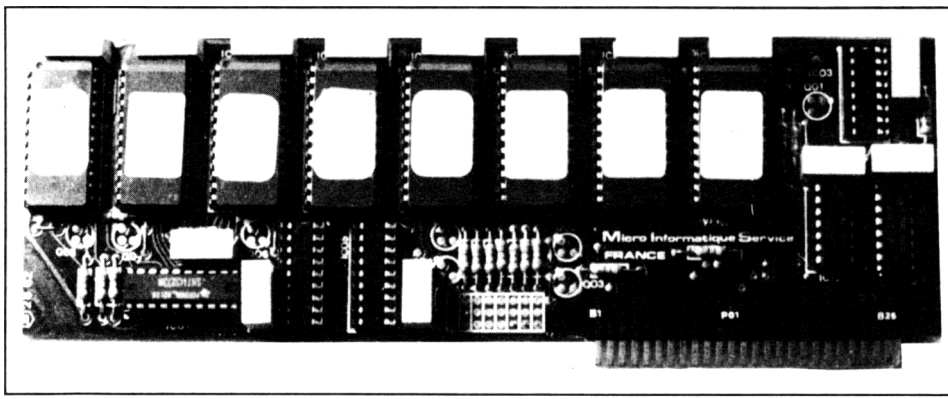



*Photo F : Carte M/DOS*

Parmi les autres cartes classiques, deux types de cartes sont à évoquer :

— Carte d'interface parallèle permettant de communiquer avec une imprimante.

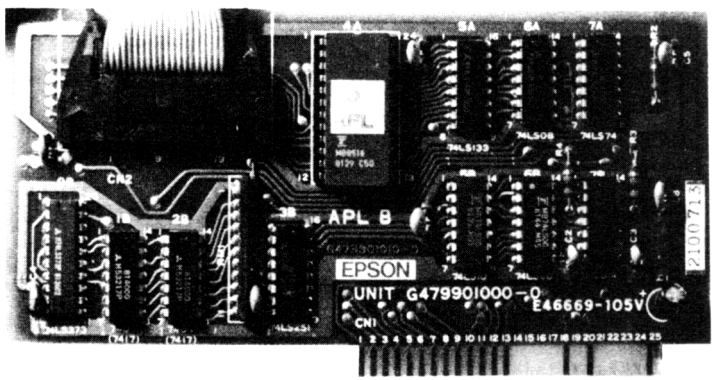



*Photo G : Carte d'interface parallèle Epson*

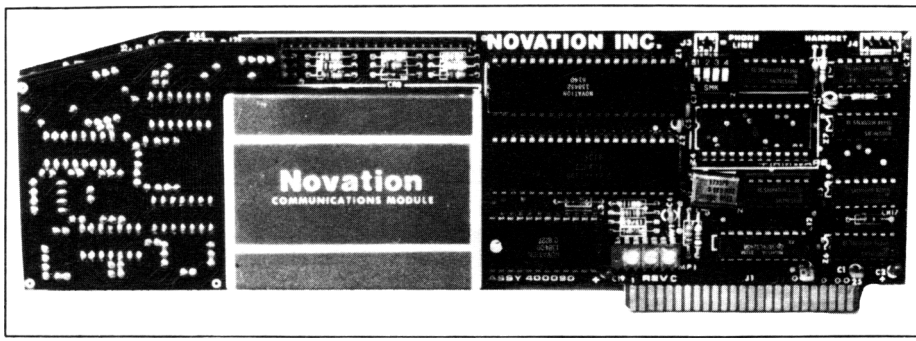



*Photo H : Carte modem*

— Carte d'interface série permettant de communiquer avec un terminal écran-clavier, une imprimante, avec une autre machine ou avec un réseau téléinformatique.

— Carte modem permettant de communiquer à distance avec un autre ordinateur, par l'intermédiaire ou non du téléphone.

## 1.4 SORTIE TÉLÉVISION ET VARIANTES

Par sélection logicielle, un APPLE II affiche du texte, des graphiques basse ou haute résolution, et lorsqu'il est relié à un moniteur couleur ou à un poste de télévision couleur (avec option RVB Péritel), il affiche des graphiques en couleur. Les commandes graphiques permettent d'afficher l'une ou l'autre des 2 « pages » de l'écran, avec ou sans 4 lignes de texte sous la zone d'affichage.

Modes d'affichage (matrice 5 × 7) :

— texte sur 40 colonnes (télévision ou moniteur),

— texte sur 80 colonnes avec carte sur option et moniteur,

— graphiques couleur basse résolution (moniteur ou télévision avec carte RVB Péritel),

— graphiques couleur haute résolution (moniteur ou télévision avec carte RVB Péritel),

— graphiques très haute résolution (carte 80 colonnes plus 64 K octets de mémoire).

Capacité en texte :

— 24 lignes de 40 colonnes,

— 24 lignes de 80 colonnes avec carte sur option.

Jeux de caractères :

— 96 caractères ASCII imprimables (majuscules et minuscules),
— caractères français et anglais.

Formats d'affichage :

— normal, inversé, clignotant.

— Graphiques basse résolution :

— 16 couleurs,
— résolution : * 40 horizontal × 48 vertical
* 40 horizontal × 40 vertical avec 4 lignes de texte.

— Graphiques haute résolution :

— 6 couleurs : noir, blanc, vert, bleu, violet, orange,
— résolution : * 280 horizontal × 192 vertical,
* 280 horizontal × 160 vertical avec 4 lignes de texte.
— Graphiques très haute résolution : 560 horizontal × 192 vertical.

*Les cartes d'extension vidéo doivent être placées dans le connecteur auxiliaire, situé au centre de la carte mère.*

## 1.5 AUTRES EXTENSIONS POSSIBLES

La force commerciale de l'APPLE II réside dans le fait qu'avec une carte d'extension, le comportement de la machine peut être totalement bouleversé. Le meilleur exemple que nous pouvons donner réside dans les cartes

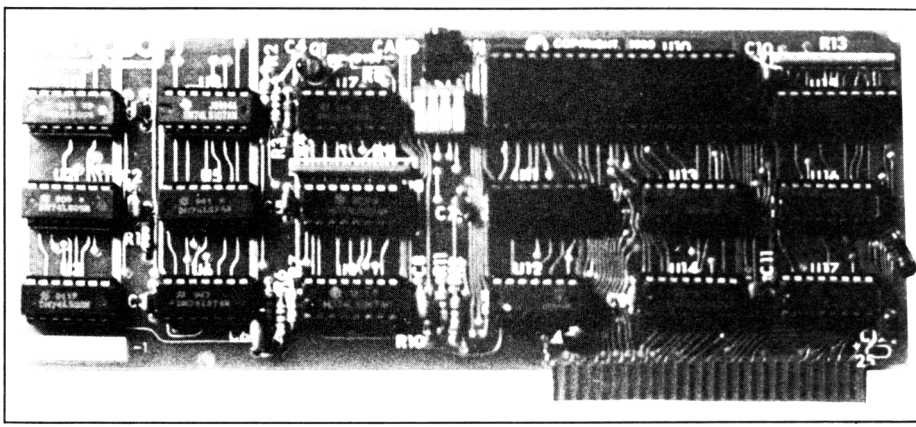


***Photo I : Softcard Z80***

qui comportent d'autres processeurs (Z80, 6809, 8088, ...), ou dans les cartes qui permettent de faire de la synthèse vocale, du traitement d'images vidéo, ou qui transforment le système en oscilloscope.

Il existe en outre cinq types de cartes d'extension non classiques :

— Les cartes d'extension de la mémoire de 16 K, 32 K, 64 K et même 128 K octets. Exemple : la Ramcard de Microsoft ou la carte Legend 128 K qui peut être utilisée comme simulation d'une unité de disquettes.

— Les cartes « processeur » (Z80, 6809, 8088) auxquelles se rattache la Softcard Z80 décrite dans le tome 2.

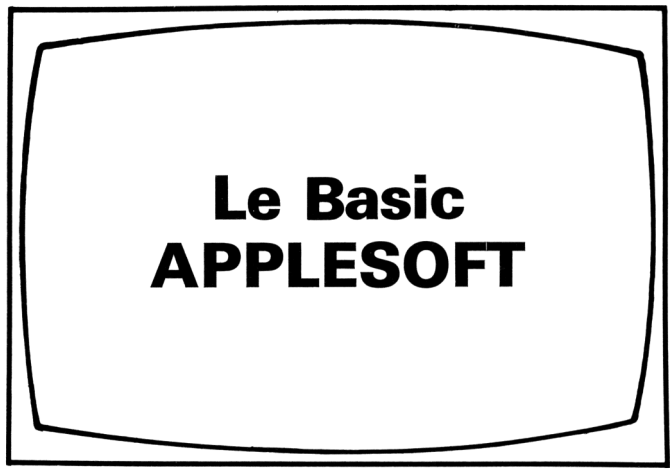
— Les cartes d'interface avec des appareils externes (bus IEEE/488, instruments de mesure, convertisseur analogique-digital et digital-analogique, oscilloscope, ...).

— cartes de traitement de la parole,

— cartes de digitalisation du monde extérieur.

Nous donnons dans le tome 2, un tour d'horizon des cartes d'extension disponibles sur l'APPLE II.

CHAPITRE **2**



# Le Basic APPLESOFT

## 2.1 INTRODUCTION

Le Basic APPLESOFT est présent en mémoire morte dans l'APPLE *II e* et dans l'APPLE II +. Ce chapitre a donc pour objet la syntaxe du langage et l'emploi d'une imprimante. Les possibilités graphiques seront abordées au prochain chapitre.

## 2.2 DESCRIPTION SYNTAXIQUE DE L'APPLESOFT

### 2.2.1 Variables simples

Les trois types suivants de variables simples existent :

| Type | Nom de variable | Valeurs possibles |
|---|---|---|
| Entier | AB % | ± 32767 |
| Réel | AB | ± 9.99999999E + 37 |
| Chaîne de caractères | AB$ | 0 à 255 caractères alphanumériques |

*où A représente une lettre et B une lettre ou un chiffre.*

Seuls sont pris en compte, en plus du type, les deux premiers caractères du nom d'une variable.

Par exemple : PR1% et PR2% désignent la même variable, mais PR1% et PR2$ sont des variables différentes (types différents).

L'instruction CLEAR initialise à zéro toutes les variables (simples ou non).

### 2.2.2 Variables tableaux

Nous retrouvons les trois types de variables :

| Type | Nom de variable | Déclaration |
|---|---|---|
| Entier | AB%(4, 6, 3) | DIM AB%(5, 6, 7) |
| Réel | AB(2, 3) | DIM AB(2, 4) |
| Chaîne de caractères | AB$(2, 8, 6) | DIM AB$(2, 8, 6) |

La taille des tableaux est limitée uniquement par la taille mémoire disponible. Avant d'utiliser une variable tableau, il faut la dimensionner par une instruction DIM (cf. partie déclaration du tableau ci-dessus).

L'index utilisable dans un tableau est compris entre zéro et la valeur indiquée lors de la déclaration. Par exemple, le tableau T1(2, 3, 4) contiendra $(2 + 1) * (3 + 1) * (4 + 1) = 60$ éléments différents.

Le nombre de dimensions d'un tableau est limité à quatre-vingt-huit dimensions.

*La taille des éléments « chaîne de caractères » d'un tableau peut varier au cours du temps (0 à 255 caractères).*

Par défaut, le Basic considèrera un tableau non dimensionné comme ayant 11 éléments par dimension.

### 2.2.3 Opérateurs numériques

Ces opérateurs sont traités selon l'ordre décroissant des priorités :

( ) parenthèses de délimitation d'expression

+ − opérateurs unaires (* + 1, * − 1)

| | |
|---|---|
| ^ | élévation à la puissance |
| * | multiplication |
| / | division |
| + | addition |
| – | soustraction |

### 2.2.4 Opérateurs relationnels

Leur priorité, inférieure à celle des opérateurs numériques, s'établit selon l'ordre décroissant :

| | |
|---|---|
| > | supérieur strictement à |
| < | inférieur strictement à |
| >= | supérieur ou égal à |
| <= | inférieur ou égal à |
| => | supérieur ou égal à |
| =< | inférieur ou égal à |
| <> | différent de |
| >< | différent de |
| = | égal à |

*Les chaînes de caractères peuvent être comparées entre elles selon les codes* ASCII *des caractères contenus.*

### 2.2.5 Opérateurs logiques

Il existe trois types d'opérateurs logiques :

NOT négation logique
(priorité immédiatement supérieure à l'élévation à la puissance)

AND et logique
OR ou logique
(opérateurs de plus faible priorité).

Le résultat d'une comparaison ou d'une opération logique peut être égal à un (vrai) ou à zéro (faux).

*Par la suite, nous désignerons sous le terme d'expression toute série d'opérations entre variables et constantes réelles, ou entières, ou entre chaînes de caractères.*

*Exemple :* (AB↑E)<(D − E) AND (A + 1 > B)

Nous noterons X, Y, Z les expressions numériques, VR, VI les variables réelles ou entières.

### 2.2.6 Instructions de contrôle

Les instructions suivantes correspondent aux boucles, aux branchements calculés, conditionnels ou inconditionnels, à l'utilisation de sous-programmes, etc.

```
FOR VR =2 TO 10 STEP 4
  .
  .
  .
  .
  .
NEXT VR
```

boucle de programme

1. VR *représente, pour les instructions* FOR *et* NEXT, *une variable réelle. Les autres termes de l'instruction* FOR *sont des expressions numériques, réelles ou non.*

2. *Les instructions comprises dans la boucle sont exécutées au moins une fois, car le test a lieu au niveau de l'instruction* NEXT.

| | |
|---|---|
| IF <expression> THEN instructions | exécution des instructions indiquées ou branchement à la ligne indiquée si la condition est vraie |
| ON X GOTO L1, L2, ... | branchement calculé à la ligne Li si l'expression X est égale à i |
| GOTO n° ligne | branchement inconditionnel à la ligne précisée |
| ON X GOSUB S1, S2, ... | appel calculé de sous-programmes |
| GOSUB S | appel du sous-programme situé à la ligne S |
| RETURN | retour d'un sous-programme |
| POP | suppression d'un niveau de sous-programme (équivalent à RETURN mais avec enchaînement à l'instruction qui suit POP) |

| | |
|---|---|
| STOP | arrêt du programme et impression du numéro de la ligne comprenant STOP |
| END | arrêt normal du programme |
| RUN | lancement de l'exécution d'un programme |
| CTRL-C<br>RESET | arrêt du programme provoqué au clavier par l'utilisateur |
| CONT | reprise d'un programme après STOP, END, CTRL-C |

### 2.2.7 Accès à la mémoire et appel de sous-programme assembleur

| | |
|---|---|
| POKE X, Y | positionnement à l'adresse X de l'octet Y |
| PEEK(X) | lecture de la valeur de l'octet d'adresse X |

Les instructions POKE et PEEK vous seront très utiles pour l'élaboration de programmes complexes. Vous pourrez vous en passer pour les programmes simples.

| | |
|---|---|
| FRE(0) | lecture du nombre d'octets non utilisés en mémoire et réorganisation de la zone mémoire occupée par les variables |
| HIMEM | positionnement de l'adresse maximale utilisable en mémoire par le Basic |
| LOMEM | positionnement de l'adresse minimale utilisable en mémoire par le Basic |

*Si vous désirez vous servir des possibilités graphiques de votre système, ou réaliser des sous-programmes assembleurs, nous vous conseillons de limiter la place occupée par le Basic et ses programmes pour ne pas risquer d'écraser quoi que ce soit.*

| | |
|---|---|
| CALL X | appel du sous-programme assembleur d'adresse indiquée par l'expression X |
| USR(X) | appel de la fonction assembleur avec passage du paramètre égal à la valeur de l'expression X |

Lors de l'appel de la fonction USR, le Basic convertit le paramètre en nombre réel, le range dans « l'accumulateur flottant » situé aux adresses 157 à 163 et effectue un branchement à l'adresse 10 qui doit contenir un autre branchement vers le sous-programme assembleur.

| | |
|---|---|
| WAIT X, Y, Z | attente jusqu'à ce que soit obtenu que (X) XOR Z AND Y soit non nul |

(X) *désigne l'octet situé à l'adresse* X.

| | |
|---|---|
| & | branchement à l'adresse $3F5 (équivalent Basic de la fonction CTRL-Y du moniteur, cf. chap. 4) |

### 2.2.8 Edition de texte sur l'écran

| | |
|---|---|
| CTRL-X | suppression de la ligne en cours |
| → | recopie du caractère sous le curseur en mémoire et déplacement du curseur d'une position vers la droite |
| ← | suppression d'un caractère et déplacement du curseur d'une position vers la gauche |
| ESC A | déplacement du curseur d'une position vers la droite |

| | |
|---|---|
| ESC B | déplacement du curseur d'une position vers la gauche |
| ESC C | déplacement du curseur d'une position vers le haut |
| ESC D | déplacement du curseur d'une position vers le bas |

*Pour ces quatre dernières fonctions, le caractère situé sous le curseur n'est pas recopié en mémoire.*

| | |
|---|---|
| ESC E | suppression des caractères situés entre le curseur et la fin de la ligne |
| ESC F | suppression des caractères situés entre le curseur et le bas de l'écran |
| ESC @ | effacement de l'écran |

*Exemple :* transformation de la ligne

en
```
10 PRINT "APPLE"
10 PRINT "POMME"
```

scénario : 1. Recopie de 10 PRINT "
   a. positionner le curseur sur le 1 du nombre 10
   b. taper 11 fois →

2. Suppression de APPLE
   taper 5 fois ESC A

3. Ajout de POMME
   a. se placer à la ligne supérieure
      taper ESC D
   b. taper POMME
   c. retour sur le second "
      taper 5 fois ESC B
   d. validation du "
      taper →
   e. fin de la modification
      taper RETURN

### 2.2.9 Instructions d'entrées-sorties sur l'écran

| | |
|---|---|
| VTAB X | positionnement du curseur à la ligne X (X = 1 à 24) |
| HTAB X | positionnement du curseur à la colonne X (X = 1 à 255) |

*La ligne logique gérée par l'instruction* HTAB *consiste en plusieurs lignes physiques sur l'écran. Par exemple* X = 1 *à* 40 *se situe sur la ligne courante,* X = 41 *à* 80 *sur la suivante et ainsi de suite.*

| | |
|---|---|
| POS(0) | obtention de la position du curseur sur l'écran |
| HOME | effacement de l'écran et positionnement du curseur dans le coin supérieur gauche |
| NORMAL<br>INVERSE<br>FLASH | affichage des caractères dans le mode écran choisi { (blanc sur noir) (noir sur blanc) (clignotant) |
| SPEED = X | modification de la vitesse d'affichage des caractères sur l'écran (X = 0 correspond à la vitesse minimale) |
| GET A$ | lecture d'un caractère alphanumérique au clavier et enchaînement sans attendre la touche RETURN |
| INPUT A% | affichage d'un point d'interrogation et saisie d'une variable (numérique ou non) terminée par la touche RETURN |
| INPUT "XYZ"; A, B%, C$ | affichage de la chaîne de caractères indiquée sans point d'interrogation et saisie de variables au clavier |
| PRINT "A ="; A, "B > ="; C; "D < ="; B | impression sur l'écran des chaînes "A =", "B > =", "D < =" et des valeurs des variables A, C, B selon le format suivant : A = valeur B > = valeur D < = valeur |

*Les points-virgules concatènent les champs alors que les virgules les positionnent au début d'une zone de tabulation de seize caractères (c'est-à-dire en colonne* 1, 17, 32). *Un point-virgule situé à la fin d'une instruction* PRINT *supprime le passage à la ligne suivante.*

*Exemples :*

| | colonne 1 | colonne 17 | colonne 32 |
|---|---|---|---|
| PRINT "XYZ", "2"; 3 | XYZ | 23 | |
| PRINT "X"; "Y"; "Z2", 3 | XYZ2 | 3 | |
| PRINT "X", "Y"; "Z", 32 | X | YZ | 32 |

| | |
|---|---|
| SPC(X) | cette fonction est utilisée dans une instruction PRINT pour insérer X blancs dans la ligne affichée |
| TAB(X) | cette fonction est utilisée dans une instruction PRINT pour positionner le curseur à la colonne X (0-255) |

*Les instructions*

10 HTAB 23 : PRINT "ABC"
et
10 PRINT TAB(22); "ABC"

*sont équivalentes, car* HTAB *numérote les colonnes en commençant au chiffre* 1 *alors que* TAB *débute à zéro.*

| | |
|---|---|
| READ A1, A2%, A1$, ... | lecture des données indiquées dans les instructions DATA et assignation aux variables précisées |
| DATA 1.3, 2, "erty", ... | |
| RESTORE | reprise de la lecture des DATA à la 1re instruction DATA du programme |

### 2.2.10 Création d'une fenêtre de texte sur l'écran

Il est possible de réduire la dimension de l'écran sur lequel s'affiche le texte, en vue par exemple de conserver un titre en haut d'une page, ou de créer des pseudo-masques de saisie de données, etc.

A cet effet, vous utiliserez l'instruction POKE de modification de la mémoire pour les adresses suivantes :

| Adresse | Rôle |
|---|---|
| 32 | Marge gauche (1 à 40) |
| 33 | Largeur (1 à 40) |
| 34 | 1re ligne (1 à 24) |
| 35 | Dernière ligne (1 à 24) |

*Les dimensions de la fenêtre ne doivent pas dépasser celles de l'écran, car aucun contrôle n'étant fait, la fenêtre écraserait une zone mémoire qui ne lui est pas attribuée. Il est indispensable d'avoir toujours les relations suivantes :*

PEEK(34) + PEEK(35) < =24
PEEK(34) < =PEEK(35)
PEEK(32) + PEEK(33) < =40

Voici le comportement des instructions d'entrée-sortie sur l'écran :

— HTAB tient compte de la nouvelle largeur de l'écran
— VTAB : effet nul
— PRINT et ses fonctions associées (TAB, SPC...) :
  1. la position actuelle du curseur n'est pas testée
  2. tous les caractères affichés respectent ensuite la fenêtre.

Par exemple, si vous avez positionné la première ligne à 10, la marge gauche à 5, la largeur à 20, vous obtiendrez la situation de la figure 2.1 en utilisant la ligne

VTAB 9 : HTAB 35 : PRINT "ABCDEFG"

— INPUT : le principe est le même que pour l'instruction PRINT.

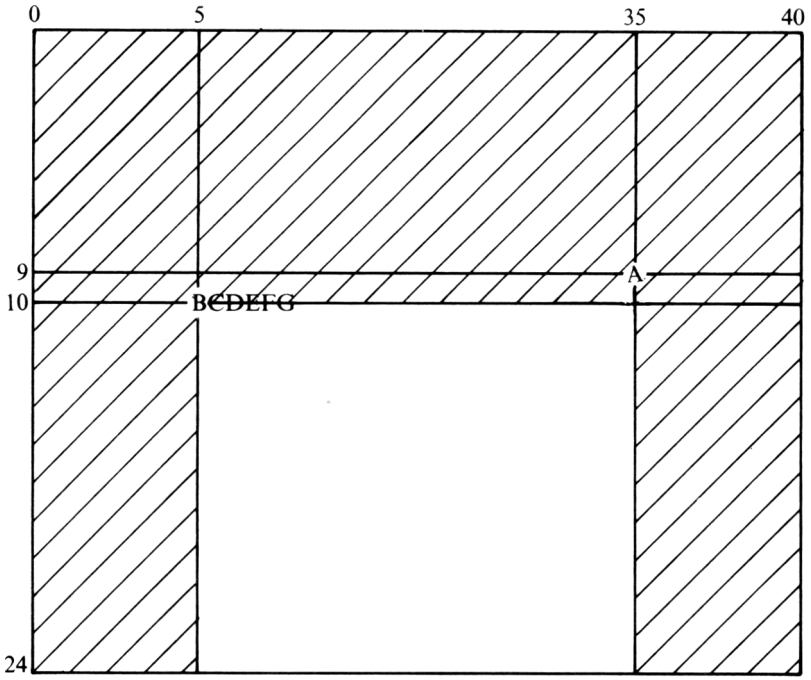



*Figure 2.1*

### 2.2.11 Instructions d'entrées-sorties avec les périphériques

Pour travailler avec les périphériques (imprimante, DOS 3.3, . ..), les instructions nécessaires sont :

| | |
|---|---|
| IN # numéro de connecteur | lecture des données provenant du périphérique relié au connecteur précisé |
| PR # numéro de connecteur | sortie des données vers le périphérique relié au connecteur précisé |
| LOAD | chargement d'un programme à partir de la cassette |
| SAVE | sauvegarde d'un programme sur cassette |
| LOAD nom de fichier<br>SAVE nom de fichier<br>RUN | chargement<br>sauvegarde<br>exécution<br>} — d'un programme situé sur disquette<br>(cf. tome 2 Le DOS 3.3) |

| | |
|---|---|
| STORE A | sauvegarde d'un tableau numérique sur cassette |
| RECALL A | restauration d'un tableau numérique précédemment dimensionné à partir de la cassette |
| PDL(I) | lecture de la valeur indiquée par la manette de jeux numéro I (cf. § 3.7). |

### 2.2.12 Traitement des erreurs

Au cas où aucune instruction de traitement des erreurs n'est présente dans votre programme, le Basic APPLESOFT arrêtera votre programme dès qu'apparaît une erreur et affichera le message correspondant.

Pour l'éviter, vous pouvez reprendre le contrôle des opérations en plaçant au début de votre logiciel l'instruction suivante :

ON ERROR GOTO no Ligne

A la rencontre d'une quelconque erreur, le Basic effectuera un branchement à la ligne indiquée. Vous pouvez alors disposer des deux informations suivantes :

- **Code de l'erreur**

Il est situé à l'adresse 222 et peut prendre les valeurs indiquées dans le tableau ci-dessous :

| *Code* | *Message d'erreur* | |
|---|---|---|
| 0 | NEXT without FOR | l'instruction NEXT a été rencontrée sans avoir été précédée par FOR |
| 16 | Syntax | erreur de syntaxe |
| 22 | RETURN without GOSUB | l'instruction RETURN a été rencontrée sans avoir été précédée par GOSUB |
| 42 | Out of DATA | les données des instructions DATA ont été entièrement lues précédemment |
| 53 | Illegal Quantity | |
| 69 | Overflow | dépassement de capacité |

| | | |
|---|---|---|
| 77 | Out of memory | il n'y a plus de mémoire libre |
| 90 | Undefined Statement | instruction (commande) inconnue |
| 107 | Bad Subscript | l'emploi d'un tableau ne correspond pas à sa déclaration (nombre de dimensions, index impossible...) |
| 120 | Redimensionned Array | il est interdit de dimensionner deux fois un même tableau |
| 133 | Division by Zero | division par zéro |
| 163 | Type mismatch | emploi d'un type de variable interdit |
| 176 | String Too Long | la longueur de la chaîne de caractères est trop importante (> =256) |
| 191 | Formula Too Complex | le Basic n'est pas capable de traiter une expression aussi complexe |
| 224 | Undefined Function | la fonction utilisée n'est pas définie |
| 254 | Bad Response to INPUT Statement | réponse incorrecte à INPUT |
| 255 | Ctrl-C Interrupt Attempted | occurrence de CTRL-C |

*Le* DOS *utilisant la même adresse, nous compléterons ce tableau au tome* 2.

- **Numéro de la ligne où s'est produite l'erreur.**

Pour cela, il suffit de lire le contenu des adresses 218 et 219 :

```
L=PEEK(218)+256*PEEK(219)
```

Le traitement de l'erreur terminé, deux possibilités vous sont offertes :

— l'instruction RESUME qui provoque la reprise du programme à l'instruction en "faute"

— l'instruction GOTO.

*Le rôle de l'instruction* ON ERROR GOTO *n'est en fait que de positionner l'octet d'adresse* 216 *à une valeur supérieure à* 128. *Son effet peut être annulé par l'instruction suivante :*

```
POKE 216,0
```

Un exemple d'utilisation de l'instruction "ON ERROR GOTO" est fourni au paragraphe 3.3.5.

### 2.2.13 Commandes diverses

| | |
|---|---|
| NEW | suppression du programme en mémoire |
| LIST [L1,] [L2] | Liste des lignes comprises entre L1 et L2 |
| DEL L1, L2 | suppression des lignes de numéro comprises dans l'intervalle L1, L2 |
| TRACE | impression des numéros des lignes exécutées dans un programme |
| NOTRACE | suppression de l'effet de TRACE |
| REM | instruction commentaire |

### 2.2.14 Fonctions traitant les chaînes de caractères

| | |
|---|---|
| LEN(A$) | fonction indiquant la longueur (nombre de caractères) d'une chaîne de caractères |
| VAL(A$) | fonction indiquant la valeur numérique d'une chaîne de caractères<br>VAL("23456") = 23456 |
| STR$(X) | fonction convertissant un nombre en chaîne de caractères<br>STR$(2) = "2" |
| ASC (A$) | fonction retournant le code ASCII du premier caractère de la chaîne A$ |
| CHR$(X) | conversion du code ASCII en une chaîne de caractères<br>ASC(CHR$(10)) = 10 CHR$(65) = "A" |
| LEFT$(A$, X) | obtention de la chaîne des X premiers caractères de A$ |
| RIGHT$(A$, X) | obtention de la chaîne des X derniers caractères de A$ |
| MID$(A$, X, Y) | obtention de la chaîne des Y caractères extraits à partir du X-ième caractère de A$<br>MID$("ABCDE", 3, 2) = "CDE" |
| + | concaténation de chaînes de caractères |

### 2.2.15 Fonctions mathématiques

DEF FN A(X) = 3*X + 4 définition de la fonction FNA

FONCTIONS TRIGONOMÉTRIQUES

| | |
|---|---|
| SIN(X) | sinus de X (en radians) |
| COS(X) | cosinus de X (en radians) |
| TAN(X) | tangente de X (en radians) |
| ATN(X) | arc tangente de X |

GÉNÉRATION D'UN NOMBRE ALÉATOIRE

| | |
|---|---|
| RND(X) | retourne un nombre aléatoire compris entre zéro et un |

* *Si* X *est positif, un nouveau nombre est généré à chaque appel*
* *Si* X *est nul, le dernier nombre généré à nouveau.*
* *Si* X *est négatif, le nombre correspondant à* X *est généré (table de nombres en mémoire).*

RND(−3) = 4.48217179E−08

AUTRES FONCTIONS MATHÉMATIQUES

| | |
|---|---|
| ABS(X) | valeur absolue de X |
| EXP(X) | exponentielle de X |
| INT(X) | partie entière de X |
| LOG(X) | logarithme népérien de X |
| SGN(X) | signe de X |
| SQR(X) | racine carrée de X |

### 2.2.16 Organisation de la mémoire du Basic APPLESOFT

● **Introduction**

Ce paragraphe décrit la carte mémoire de l'APPLESOFT, l'organisation des variables, des instructions, la place occupée. Même si vous ne voulez pas travailler en assembleur, la lecture des descriptions suivantes peut vous

être utile pour réduire la taille d'un programme, sa vitesse d'exécution ou pour comprendre le programme PHONE LIST situé sur la disquette système MASTER du DOS 3.3.

● **Carte-mémoire**

La configuration mémoire ci-dessous correspond au Basic APPLESOFT situé en mémoire ROM.

| Adresses | Signification |
|---|---|
| $F7FF<br>à<br>$D000 | APPLESOFT |
| HIMEM | Chaînes de caractères |
| | Espace libre |
| | Variables tableaux<br>(numériques et chaînes) |
| LOMEM | Variables simples |
| | Programme Basic |
| $B01 | |
| $FF<br>à<br>$00 | Variables systèmes<br>(*APPLESOFT, MONITEUR, DOS* 3.3) |

● **Utilisation de la page mémoire zéro**

Cette zone-mémoire est comprise entre les adresses $0000 et $00FF et contient les variables systèmes du Basic, du moniteur, et du DOS 3.3. Nous décrivons ci-après les adresses-mémoire utilisées par l'APPLESOFT dans la page zéro, qu'il est important de connaître.

| Adresse décimale | Adresse hexadécimale | Utilisation |
|---|---|---|
| 00-05 | $00-$05 | Ces adresses sont utilisées au démarrage du système pour déterminer la présence ou non d'un contrôleur et pour charger le DOS si nécessaire |
| 10-12 | $0A-$0C | Instruction de branchement à la fonction USR (cf. § 2.2.7) |
| 13-25 | $0D-$17 | Variables internes de l'APPLESOFT |
| 32-79 | $20-$4F | Adresses utilisées par le moniteur (cf. § 4.3.4) |
| 98-102 | $62-$66 | Résultat de la dernière multiplication/division |
| 103-104 | $67-$68 | Adresse du début du programme Basic en mémoire |
| 105-106 | $69-$6A | Adresse du début des variables simples en mémoire. LOMEM |
| 107-108 | $6B-$6C | Adresse du début des variables tableaux en mémoire |
| 109-110 | $6D-$6E | Adresse de fin des variables tableaux en mémoire (début de la zone libre moins un) |
| 111-112 | $6F-$70 | Adresse de début des chaînes de caractères en mémoire. Celles-ci sont stockées entre cette adresse et HIMEM |
| 113-114 | $71-$72 | Pointeur d'usage général |
| 115-116 | $73-$74 | HIMEM |
| 117-118 | $75-$76 | Numéro de ligne de l'instruction en cours |

| Adresse décimale | Adresse hexadécimale | Utilisation |
|---|---|---|
| 119-120 | $77-$78 | Numéro de la ligne dans laquelle a été rencontrée l'une des instructions CTRL-C, STOP, END |
| 121-122 | $79-$7A | Adresse de la prochaine instruction à exécuter |
| 123-124 | $7B-$7C | Numéro de la ligne de l'instruction DATA traitée |
| 125-126 | $7D-$7E | Adresse de la prochaine donnée — à lire — des instructions DATA |
| 127-128 | $7E-$80 | Adresse des données lues :<br>— pour une instruction INPUT, le code positionné est égal à $201<br>— pour une instruction READ, ce pointeur contient l'adresse de la prochaine donnée de l'instruction DATA en cours de traitement |
| 129-130 | $81-$82 | Nom de la dernière variable traitée |
| 131-132 | $83-$84 | Adresse de la valeur de la dernière variable traitée |
| 157-163 | $9D-$A3 | Accumulateur flottant principal (zone mémoire contenant les nombres réels à traiter et les résultats des calculs entre des nombres réels) |
| 165-171 | $A5-$AB | Second accumulateur flottant |
| 175-176 | $AF-$B0 | Adresse de la fin du programme |
| 177-200 | $B1-$C8 | Sous-programme d'acquisition d'un caractère CHRGET |
| 184-185 | $B8-$B9 | Adresse du dernier caractère saisi par CHRGET |

| Adresse décimale | Adresse hexadécimale | Utilisation |
|---|---|---|
| 201-205 | $C9-$CD | Nombre aléatoire généré |
| 216-223 | $D8-$DF | Traitement des erreurs |
| 216 | $D8 | Indicateur d'activation du traitement des erreurs |
| 218-219 | $DA-$DB | Numéro de la ligne où s'est produite l'erreur |
| 222 | | Code de l'erreur (cf. § 2.2.12) |
| 224-226 | $E0-$E2 | Coordonnées X, Y d'un point graphique haute résolution |
| 228 | $E4 | Couleur haute résolution |
| 232-233 | $E8-$E9 | Adresse de début de la table des figures graphiques (cf. § 3.3 et 3.4) |

## ● Organisation des variables en mémoire

### • *Variables simples :*

Une variable simple est représentée sur 7 octets. Les deux premiers d'entre eux contiennent le nom de la variable et son type. Celui-ci est codé sur le bit de poids fort des 2 octets, selon le choix suivant :

réel { 1er octet positif / 2nd octet positif } entier { 1er octet négatif / 2nd octet négatif } chaîne { 1er octet négatif / 2nd octet positif }

Les cinq derniers octets ont un format différent selon le type de la variable.

* VARIABLE ENTIÈRE

| Numéro d'octet | Signification | Codage |
|---|---|---|
| 0<br><br><br><br>1 | nom | bits 0 à 6 : code ASCII du 1er caractère<br>7 : type de la variable (cf. ci-dessus)<br>idem pour le second caractère |
| 2<br>3 | valeur numérique | octet de poids fort<br>octet de poids faible |
| 4<br>5<br>6 | 0<br>0<br>0 | |

* VARIABLES RÉELLES

| Numéro d'octet | Signification | Codage |
|---|---|---|
| 0<br>1 | idem avec un type différent | |
| 2<br>3<br>4<br>5<br>6 | exposant<br>mantisse<br>mantisse<br>mantisse<br>mantisse | octet signé (bit 7 = signe)<br>octet signé de poids fort<br><br><br>octet de poids faible |

*La longueur des chaînes de caractères pouvant croître jusqu'à* 255, *la zone située sous* HIMEM (cf. § 2.2.16) *contient les « valeurs » des chaînes.*

* CHAÎNE DE CARACTÈRES

| Numéro d'octet | Signification | Codage |
|---|---|---|
| 0<br>1 | idem avec un codage différent | |
| 2<br>3<br>4 | longueur de la chaîne<br>adresse de la chaîne | <br>poids fort<br>poids faible |
| 5<br>6 | 0<br>0 | |

• VARIABLES TABLEAUX :

Les deux premiers octets ont le même format que ceux des variables simples (nom et codage du type). Est ensuite indiqué le déplacement à ajouter à l'adresse de la variable pour passer à la variable suivante.

Sont ensuite placées les informations relatives au nombre de dimensions, à leurs largeurs selon le format suivant :

| Numéro d'octet | |
|---|---|
| 3 | nombre N de dimensions |
| 4<br>5 | octet de poids fort de la largeur de la dimension 1<br>octet de poids faible |
| .<br>.<br>. | |
| 4+(n−1)*2<br>5+(n−1)*2 | octet de poids fort de la largeur de la dimension N<br>octet de poids faible |

Selon le type de la variable, les octets suivants sont ensuite répétés :

* réel : 5 octets de même signification que les octets 3 à 6 d'une variable simple réelle (cf. ci-dessus),
* entier : octets 3 et 4 d'une variable simple entière (valeur numérique),
* chaîne : octets 3, 4, 5 d'une variable simple chaîne (longueur et adresse).

• ***Conseils pour réduire la durée d'un programme :***

A l'exécution d'un programme, le Basic remplit la zone mémoire des variables au fur et à mesure de leur rencontre. Par ailleurs, pour travailler sur une variable (simple ou tableau), l'APPLESOFT parcourt la zone des variables appropriée (simples ou tableaux) jusqu'à ce qu'il trouve la variable. Il écrit alors son adresse en $81-$82.

Pour améliorer la vitesse d'un programme, vous devrez utiliser les variables rencontrées en premier dans le programme comme variables de travail.

Le fait d'utiliser des variables à la place de constantes peut diminuer jusqu'à un facteur dix la durée d'exécution d'un logiciel.

*Exemple* : Si vous utilisez le nombre pi = 3.14159, ne le répétez pas dans votre programme; créez plutôt la variable PI contenant 3.14159.

## ● Organisation des instructions

L'APPLESOFT code les mots-clés reconnus sur un octet. Les autres parties des instructions sont représentées selon leur code ASCII.

Le codage des mots-clés est le suivant :

| Code | Mot-clé |
|---|---|
| 128 | END |
| 129 | FOR |
| 130 | NEXT |
| 131 | DATA |
| 132 | INPUT |
| 133 | DEL |
| 134 | DIM |
| 135 | READ |
| 136 | GR |
| 137 | TEXT |

| Code | Mot-clé |
|---|---|
| 138 | PR# |
| 139 | IN# |
| 140 | CALL |
| 141 | PLOT |
| 142 | HLIN |
| 143 | VLIN |
| 144 | HGR2 |
| 145 | HGR |
| 146 | HCOLOR= |
| 147 | HPLOT |

| Code | Mot-clé |
|---|---|
| 148 | DRAW |
| 149 | XDRAW |
| 150 | HTAB |
| 151 | HOME |
| 152 | ROT= |
| 153 | SCALE= |
| 154 | SHLOD |
| 155 | TRACE |
| 156 | NOTRACE |
| 157 | NORMAL |

| Code | Mot-clé |
|---|---|
| 158 | INVERSE |
| 159 | FLASH |
| 160 | COLOR = |
| 161 | POP |
| 162 | VTAB |
| 163 | HIMEM: |
| 164 | LOMEM: |
| 165 | ONERR |
| 166 | RESUME |
| 167 | RECALL |
| 168 | STORE |
| 169 | SPEED = |
| 170 | LET |
| 171 | GOTO |
| 172 | RUN |
| 173 | IF |
| 174 | RESTORE |
| 175 | & |
| 176 | GOSUB |
| 177 | RETURN |
| 178 | REM |
| 179 | STOP |
| 180 | ON |
| 181 | WAIT |
| 182 | LOAD |
| 183 | SAVE |

| Code | Mot-clé |
|---|---|
| 184 | DEF |
| 185 | POKE |
| 186 | PRINT |
| 187 | CONT |
| 188 | LIST |
| 189 | CLEAR |
| 190 | GET |
| 191 | NEW |
| 192 | TAB( |
| 193 | TO |
| 194 | FN |
| 195 | SPC( |
| 196 | THEN |
| 197 | AT |
| 198 | NOT |
| 199 | STEP |
| 200 | + |
| 201 | − |
| 202 | * |
| 203 | / |
| 204 | ^ |
| 205 | AND |
| 206 | OR |
| 207 | > |
| 208 | = |
| 209 | < |

| Code | Mot-clé |
|---|---|
| 210 | SGN |
| 211 | INT |
| 212 | ABS |
| 213 | USR |
| 214 | FRE |
| 215 | SCRN( |
| 216 | PDL |
| 217 | POS |
| 218 | SQR |
| 219 | RND |
| 220 | LOG |
| 221 | EXP |
| 222 | COS |
| 223 | SIN |
| 224 | TAN |
| 225 | ATN |
| 226 | PEEK |
| 227 | LEN |
| 228 | STR$ |
| 229 | VAL |
| 230 | ASC |
| 231 | CHR$ |
| 232 | LEFT$ |
| 233 | RIGHT$ |
| 234 | MID$ |

Pour atteindre une instruction, ou une ligne, l'APPLESOFT parcourt séquentiellement le programme jusqu'à ce qu'il la rencontre. Nous vous conseillons, pour accroître la vitesse (non la lisibilité) de vos programmes, de placer vos sous-programmes en tête selon le format suivant :

GOTO programme principal

sous-programmes
.
.
programme principal

Pour une meilleure compréhension nous n'adopterons pas ce format dans les exemples de ce livre.

Supprimer les instructions REM réduit la taille et la durée de votre programme. Mais ne procédez pas à cette opération avant d'avoir terminé la mise au point de votre programme.

● **Modification de l'adresse de chargement d'un programme Basic**

Pour cela, il suffit de positionner le pointeur situé à l'adresse 103-104 avec la nouvelle adresse de début. La suite des opérations est identique. ATTENTION à ne rien écraser en mémoire, et aux valeurs de LOMEN: et de HIMEN:

## 2.3 UTILISATION D'UNE IMPRIMANTE

### 2.3.1 Introduction

L'APPLE II peut être muni d'une imprimante. Pour cela, il est nécessaire de posséder une carte d'extension. Celles-ci sont de deux types :

— Interface parallèle (les 8 bits d'un octet sont émis en parallèle sur 8 fils) insérée dans le connecteur numéro un.

— Interface série asynchrone (les 8 bits sont émis successivement sur le même fil) insérée dans le connecteur numéro deux.

Le choix d'une imprimante se fait selon le type de connexion et selon la qualité nécessaire. Il existe pour cela deux types d'imprimantes :

— Imprimante à marguerite, de qualité professionnelle, nécessaire pour faire du traitement de texte.

— Imprimante à aiguilles, de qualité moindre pour les lettres, mais permettant de définir des possibilités graphiques et de réaliser des copies d'écran.

### 2.3.2 Présentation de l'EPSON MX82FT

L'EPSON MX82FT peut être reliée à l'APPLE II soit par une carte d'interface parallèle, soit par une carte d'extension spécialement conçue par EPSON pour faciliter la gestion des impressions (copie d'écran, nombre de caractères par ligne, impression des lettres minuscules, des caractères gras, en mode vidéo inversé...).

L'entraînement peut se faire par traction ou friction. La vitesse d'impression est de 80 caractères par seconde.

1. *Les caractéristiques indiquées sont relatives au type* III MX82FT.

2. *Nous supposons, dans la suite de ce paragraphe, que la carte d'interface est insérée dans le connecteur numéro un.*

- **Impression de textes**

  - ***Caractères spéciaux***

Les divers choix possibles sont effectués par l'envoi de codes spéciaux ou par l'écriture de valeurs numériques dans des cases mémoires.

— Nombre de caractères par ligne : POKE 1657, n

— Minuscules : CTRL-W sert de délimiteur
PRINT"A" + CHR$(23) + "B" + CHR$(23) + "C"
donne Ab C.

*Il est possible de changer le délimiteur des minuscules en mettant le nouveau code* ASCII *à l'adresse* 1401.

— Double impression : début POKE 1529, 255 ; fin POKE 1529, 0

*Les deux impressions des lignes sont séparées par un espacement vertical de* 1/256 *de pouce.*

— Caractères condensés

| | | |
|---|---|---|
| début | PRINT CHR$(15) | ou envoi du code SI(CTRL – O) |
| fin | PRINT CHR$(18) | ou envoi du code DC2(CTRL – R) |

— Caractères agrandis

| | | |
|---|---|---|
| début | PRINT CHR$(14) | ou envoi du code SO (CTRL – N) |
| fin | PRINT CHR$(20) | ou envoi du code DC4 (CTRL – T) |

*Pour ces deux derniers types de caractères, toute fin de ligne provoque leur abandon.*

— Caractères gras { début { PRINT CHR$(27) + "E" ou envoi des codes ESC E
fin { PRINT CHR$(27) + "F" ou envoi des codes ESC F

— Sous-lignage début et fin PRINT CHR$(27) + "−" ou envoi des codes ESC −

- ***Choix du jeu de caractères :***

Les jeux de caractères existent en :

* anglais (0),
* français (1),
* allemand (2),
* etc.

Ceci permet, en particulier, de disposer d'un jeu de caractères accentués.

- ***Modification de l'espacement des lignes :***

1/8 POUCE = ESC 0
7/72 POUCE = ESC 1
1/6 POUCE = ESC 2
n/216 POUCE = ESC 3 n

## ● Graphisme haute-résolution

La carte d'extension contient un logiciel de copie d'écran. Pour l'utiliser, il suffit de taper CTRL-Q lorsque l'imprimante est active. La copie a lieu alors selon la valeur de l'octet situé à l'adresse 1913.

| N | D | I | E | O | A | S | P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

Le rôle des différents bits est le suivant :

N = 0 { image complète
128 { ligne actuelle du curseur

D = 0 { taille de l'image standard
64 { taille de l'image double

I = 0 { mode normal
32 { mode inverse

E, A, O opérations bit à bit entre les deux pages graphiques

- E = 16 ou exclusif
- A = 8 et logique
- O = 4 ou logique

S=0 non impression de la page 2
2 impression de la page 2

P=0 non impression de la page 1
1 impression de la page 1.

Il est possible d'obtenir une meilleure définition graphique en faisant

POKE 1145,DD où DD = 76 pour une résolution meilleure
75 pour une résolution normale

De plus, vous pouvez programmer directement les images bit par bit.

Les exemples des figures 3.3 à 3.6 ont été obtenues avec ce programme de copie d'écran.

## 2.4 EXEMPLES DE SAISIES DE DONNÉES

### 2.4.1 Introduction

Voici des exemples classiques de sous-programmes Basic pour une application de gestion d'un carnet d'adresses, sur fichier à accès direct.

Ci-dessous, nous avons fait figurer un exemple de menu, un exemple de saisie de données, un exemple d'impression des données saisies, de modification de données et un dernier exemple de recherche de données, dans les inscriptions déjà réalisées.

Nous avons supprimé la gestion du fichier, en précisant les parties où elle a lieu.

### 2.4.2 Menu

```
430  REM
440  REM  PROPOSITION DU MENU
450  REM  ******************
460  REM
470  HOME : INVERSE
480  PRINT "    *** CARNET D'ADRESSES ***": PRINT : PRINT : PRINT
490  PRINT "1- CONSULTATION AVEC/SANS MODIFICATION"
```

```
500  PRINT "2- INSCRIPTION (NOUVELLE ADRESSE )"
510  PRINT "3- LISTE DU FICHIER"
520  PRINT "4- FIN DU PROGRAMME"
530  PRINT
540  INPUT "ENTREZ VOTRE CHOIX (1,2,3,4) ";A
550  IF A < 1 OR A > 4 THEN 470
560  NORMAL
570  ON A GOSUB 640,1410,1790,2000
580  GOTO 470
```

### 2.4.3 Saisie de données

Les données à saisir sont les suivantes :

— nom de la personne (NOM$)
— prénom (PRENOM$)
— genre de la voie (GENREVOIE$)
— nom de la voie (NOMVOIE$)
— numéro (NUMERO$)
— ville (VILLE$)
— code postal (CDPOST$)
— indicatif et numéro de téléphone (tel$)

Les données pouvant être introduites lors d'une nouvelle inscription ou lors d'une modification, un sous-programme de saisie a été créé pour chacune d'entre elles.

- **ajout d'une nouvelle inscription :**

```
1390  REM
1400  REM  ************************************
1410  REM      AJOUT D'INSCRIPTIONS (2)
1420  REM  ************************************
1430  REM
1440  INVERSE
1450  HOME : PRINT "NOUVELLE ADRESSE": PRINT : PRINT
1460  NORMAL
1470  PRINT "SI UNE REPONSE NE PEUT ETRE FOURNIE"
1480  PRINT "TAPEZ SEULEMENT RETURN"
1490  PRINT
1500 CODE$ = "1"
1510  GOSUB 2770: REM   SAISIE DU NOM
1520 B$ = NOM$
```

```
1530  GOSUB 2870: REM  SAISIE DU PRENOM
1540  GOSUB 2970: REM  SAISIE DU GENRE DE VOIE
1550  GOSUB 3070: REM  SAISIE DU NOM DE LA VOIE
1560  GOSUB 3170: REM  SAISIE DU NUMERO
1570  GOSUB 3270: REM  SAISIE DE LA VILLE
1580  GOSUB 3370: REM  SAISIE DU CODE POSTAL
1590  GOSUB 3470: REM  SAISIE DU TEL
1600  HOME
1610  INVERSE
1620  PRINT "INFORMATIONS SAISIES"
1630  NORMAL : PRINT : PRINT
1640  GOSUB 3770: REM  AFFICHAGE BUFFER
1650  PRINT : INVERSE
1660  INPUT "VALIDEZ-VOUS CES INFORMATIONS (O/N)";A$
1670  IF A$ <  > "N" AND A$ <  > "O" THEN 1660
1680  IF A$ = "N" THEN 1410
1690  REM
1700  REM  AJOUT DE L'ARTICLE DANS LE FICHIER
1710  REM
```

écriture dans le fichier

- **sous-programmes de saisie de chaque donnée :**

```
2770  REM
2780  REM  SAISIE DU NOM
2790  REM  *************
2800  REM
2810  INPUT "NOM ";A$
2820 N = 15: IF  LEN (A$) <  = N THEN 2850
2830  GOSUB 3690: REM  AFFICHAGE MESSAGE D'ERREUR
2840  GOTO 2810
2850  GOSUB 3840:NOM$ = A$
2860  RETURN
2870  REM
2880  REM  SAISIE DU PRENOM
2890  REM  ****************
2900  REM
2910  INPUT "PRENOM ";A$
2920 N = 15: IF  LEN (A$) <  = N THEN 2950
2930  GOSUB 3690: REM  AFFICHAGE MESSAGE D'ERREUR
2940  GOTO 2910
2950  GOSUB 3840:PRENOM$ = A$
2960  RETURN
2970  REM
2980  REM  SAISIE DU GENRE DE VOIE
2990  REM  ***********************
3000  REM
3010  INPUT "GENRE DE VOIE(RUE,AV,BLD,...) ";A$
3020 N = 3: IF  LEN (A$) <  = N THEN 3050
3030  GOSUB 3690: REM  AFFICHAGE MESSAGE D'ERREUR
3040  GOTO 3010
3050  GOSUB 3840:GENREVOIE$ = A$
```

```
3060  RETURN
3070  REM
3080  REM  SAISIE DU NOM DE LA RUE
3090  REM  ************************
3100  REM
3110  INPUT "NOM DE LA VOIE ";A$
3120 N = 15: IF  LEN (A$) <  = N THEN 3150
3130  GOSUB 3690: REM  AFFICHAGE MESSAGE D'ERREUR
3140  GOTO 3110
3150  GOSUB 3840:NVOIE$ = A$
3160  RETURN
3170  REM
3180  REM  SAISIE DU NUMERO
3190  REM  ****************
3200  REM
3210  INPUT "NUMERO ";A$
3220 N = 3: GOSUB 3840:NUMERO$ = A$
3230  RETURN
3240  REM
3250  REM  SAISIE DE LA VILLE
3260  REM  ******************
3270  REM
3280  INPUT "VILLE ";A$
3290 N = 15: IF  LEN (A$) <  = N THEN 3320
3300  GOSUB 3640: REM  AFFICHAGE MESSAGE D'ERREUR
3310  GOTO 3280
3320  GOSUB 3840:VILLE$ = A$
3330  RETURN
3340  REM
3350  REM  SAISIE DU CODE POSTAL
3360  REM  **********************
3370  REM
3380  INPUT "CODE POSTAL ";A$
3390 N = 5: IF  LEN (A$) <  = N THEN 3420
3400  PRINT "PAS PLUS DE CINQ CHIFFRES SVP"
3410  GOTO 3380
3420  GOSUB 3840:CDPST$ = A$
3430  RETURN
3440  REM
3450  REM  SAISIE DE L'INDICATIF TELEPHONIQUE
3460  REM  ***********************************
3470  REM
3480  INPUT "INDICATIF TELEPHONIQUE ";A$
3490 N = 2: IF  LEN (A$) <  = N THEN 3520
3500  PRINT "PAS PLUS DE DEUX CHIFFRES SVP"
3510  GOTO 3480
3520 N = 2: GOSUB 3840:INDTEL$ = A$
3530  REM
3540  REM  SAISIE DU NUMERO DE TELEPHONE
3550  REM  ******************************
3560  REM
3570  INPUT "NUMERO DE TELEPHONE ";A$
3580 N = 7: IF  LEN (A$) <  = N THEN 3610
3590  PRINT "PAS PLUS DE SEPT CHIFFRES SVP"
3600  GOTO 3570
3610  GOSUB 3840:TEL$ = A$
3620  RETURN
```

```
3840  REM
3850  REM  CADRAGE DES DONNEES SAISIES
3860  REM  ****************************
3870  REM
3880  REM  DANS UNE CHAINE DE N CARACTERES
3890  REM  ****************************
3900 N = N -  LEN (A$)
3910  IF N <  = 0 THEN  RETURN
3920 A$ = A$ +  LEFT$ (C$,N)
3930  RETURN
```

Ces sous-programmes font appel à celui situé à la ligne 3960 pour l'affichage du message d'erreur « CHAINE TROP LONGUE »

```
3630  REM
3640  REM
3650  REM  AFFICHAGE MESSAGE D'ERREUR
3660  REM  CHAINE TROP LONGUE
3670  REM  *************************
3680  REM
3690  PRINT : INVERSE
3700  PRINT "PAS PLUS DE ";N;" CARACTERES, SVP"
3710  NORMAL
3720  RETURN
```

## 2.4.4 Affichage des données

- **sur l'écran**

```
3730  REM
3740  REM  AFFICHAGE DES DONNEES SAISIES
3750  REM  ****************************
3760  REM
3770  PRINT
3780  PRINT "NOM"; TAB( 20);NOM$
3790  PRINT "PRENOM"; TAB( 20);PRENOM$
3800  PRINT "ADRESSE"; TAB( 20);NUMERO$;" ";GENREVOIE$;" ";NVOIE$
3810  PRINT "VILLE"; TAB( 20);CDPST$;" ";VILLE$
3820  PRINT "TELEPHONE"; TAB( 20);"(";INDTEL$;")";TEL$
3830  RETURN
```

- **sur imprimante**

```
3730  REM
3740  REM  IMPRESSION DES DONNEES SAISIES
3750  REM  ****************************
3760  REM
```

```
3770 PR#1
3780  PRINT "NOM"; TAB( 20);NOM$
3790  PRINT "PRENOM"; TAB( 20);PRENOM$
3800  PRINT "ADRESSE"; TAB( 20);NUMERO$;" ";GENREVOIE$;" ";NVOIE$
3810  PRINT "VILLE"; TAB( 20);CDPST$;" ";VILLE$
3820  PRINT "TELEPHONE"; TAB( 20);"(";INDTEL$;")";TEL$
3830  RETURN
```

### 2.4.5 Recherche d'une donnée

Trois étapes successives sont rencontrées :

1. choix de la façon de procéder
2. recherche dans le fichier
3. test de concordance
4. si le test n'est pas concluant, reprendre à l'étape 2.

```
650  REM  ************************************
660  REM   RECHERCHE DANS LE FICHIER (1)
670  REM  ************************************
680  REM
690  HOME : INVERSE : PRINT "   *** CONSULTATION ***": NORMAL
700  PRINT : PRINT : PRINT
710  PRINT "A PARTIR DE QUOI VA SE FAIRE LA RECHERCHE"
720  PRINT
730  PRINT "1-LE NOM"
740  PRINT "2-LE PRENOM"
750  PRINT "3-L'ADRESSE"
760  PRINT "4-LA VILLE"
770  PRINT "5-LE CODE POSTAL"
780  PRINT "6-LE NUMERO DE TELEPHONE"
790  PRINT : PRINT : INPUT "VOTRE CHOIX (ACCOLER LES DIVERS CHIFFRES) ";B$
800 RECH$(1,2) = "NOM A RECHERCHER"
810 RECH$(2,2) = "PRENOM A RECHERCHER"
820 RECH$(3,2) = "ADRESSE A RECHERCHER"
830 RECH$(4,2) = "VILLE A RECHERCHER"
840 RECH$(5,2) = "CODE POSTAL A RECHERCHER"
850 RECH$(6,2) = "NUMERO DE TELEPHONE A RECHERCHER"
860 RECH(1,2) = 15:RECH(2,2) = 15:RECH(3,2) = 15:RECH(4,2) = 15:
    RECH(5,2) = 5:RECH(6,2) = 7
870 B =  LEN (B$)
880  FOR I = 1 TO 6
890 RECH(I,1) = 0
900  FOR J = 1 TO B
910  IF  VAL ( MID$ (B$,J,1)) <  > I THEN 950
920 RECH(I,1) = 1
930  PRINT RECH$(I,2): INPUT " ";A$
940 N = RECH(I,2): GOSUB 3840:RECH$(I,1) = A$
950  NEXT J
```

```
 960  NEXT I
 970  REM
 980  REM  RECHERCHE PROPREMENT DITE
 990  REM  *************************
1080  REM
1090  REM  TEST DE CONCORDANCE
1100  REM  ********************
1110  REM
1120  REM  ARTICLE LU-DONNEES RECHERCHEES
1130  REM  ******************************
1140  REM
1150 OK = 1
1160  IF RECH(1,1) = 0 THEN 1180
1170 OK = OK AND (NOM$ = RECH$(1,1))
1180  IF RECH(2,1) = 0 THEN 1200
1190 OK = OK AND (PRENOM$ = RECH$(2,1))
1200  IF RECH(3,1) = 0 THEN 1230
1210 A$ = NUMERO$ + " " + GENREVOIE$ + " " + NVOIE$
1220 OK = OK AND A$ = RECH$(3,1))
1230  IF RECH(4,1) = 0 THEN 1250
1240 OK = OK AND (VILLE$ = RECH$(4,1))
1250  IF RECH(5,1) = 0 THEN 1270
1260 OK = OK AND (CDPST$ = RECH$(5,1))
1270  IF RECH(6,1) = 0 THEN 1290
1280 OK = OK AND (TEL$ = RECH$(6,1))
1290  IF OK = 0 THEN 1370
1300  PRINT "1375"
1310  HOME : INVERSE : PRINT "DONNEES POSSIBLES": NORMAL
1320  PRINT : PRINT : PRINT : GOSUB 3770: PRINT
1330  PRINT "DESIREZ-VOUS MODIFIER OU SUPPRIMER"
1340  INPUT "CET ENREGISTREMENT (O/N) ";A$
1350  IF A$ <  > "N" AND A$ <  > "O" THEN 1330
1360  IF A$ = "O" THEN  GOSUB 2140
1370  NEXT I
1380  RETURN
```

## 2.4.6 Modification/Suppression d'un article

```
2140  REM
2150  REM  MODIFICATION/SUPPRESSION
2160  REM  ************************
2170  REM
2180  REM  D'UN ENREGISTREMENT
2190  REM  ********************
2200  REM
2210  PRINT : PRINT "SOUHAITEZ-VOUS"
2220  PRINT "MODIFIER L'ARTICLE  (1)"
2230  PRINT "SUPPRIMER L'ARTICLE (2)"
2240  INPUT "VOTRE CHOIX";A
2250  IF A < 1 OR A > 2 THEN 2210
```

```
2260  ON A GOTO 2270,2530
2270  REM
2280  REM  MODIFIER UN ARTICLE
2290  REM  ********************
2300  REM
2310  PRINT : PRINT "QUE SOUHAITEZ-VOUS MODIFIER"
2320  PRINT : PRINT "1-LE NOM": PRINT "2-LE PRENOM": PRINT "3-L'ADRESSE":
      PRINT "4-LA VILLE": PRINT "5-LE CODE POSTAL": PRINT "6-LE NUMERO DE
      TELEPHONE"
2330  PRINT : INPUT "VOTRE CHOIX (1,2,3,4,5,6) ";A
2340  IF A <  > 3 THEN 2390
2350  GOSUB 2970: REM  GENREVOIE
2360  GOSUB 3070: REM  NOM DE LA VOIE
2370  GOSUB 3170: REM  NUMERO
2380  GOTO 2400
2390  ON A GOSUB 2770,2870,,3240,3340,3440
2400  HOME : INVERSE : PRINT "INFORMATIONS SAISIES": NORMAL
2410  GOSUB 3830
2420  PRINT : PRINT "SOUHAITEZ-VOUS"
2430  PRINT "1-MODIFIER UNE AUTRE DONNEE DE L'ARTICLE"
2440  PRINT "2-ENREGISTRER LES MODIFICATIONS"
2450  PRINT "3-ABANDONNER LES MODIFICATIONS"
2460  INPUT "VOTRE CHOIX (1,2,3)";A
2470  ON A GOTO 2270,2480,2520
2480  REM
2490  REM  ENREGISTREMENT DES MODIFICATIONS
2500  REM
2520  RETURN
2530  REM
2540  REM  SUPPRESSION D'UN ARTICLE
2550  REM  ************************
2560  REM
```

CHAPITRE **3**

# Possibilités graphiques et sonores

## 3.1 INTRODUCTION

Votre système APPLE II offre de nombreuses possibilités graphiques et sonores, qui ajoutent un grand intérêt aux programmes dont vous disposez. Vous pouvez créer des jeux aussi divers que les échecs, le bridge, la guerre des étoiles, la simulation d'aéronef, etc.

Les deux modes graphiques suivants existent sur l'APPLE II :

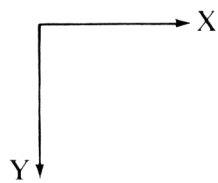
— Mode graphique basse résolution, où l'écran est divisé en 48 lignes de 40 colonnes et où les divers points apparaissent sous forme de rectangles sur l'écran (demi-caractère).

— Mode graphique haute résolution, où la définition est de 280 points (0 à 279) dans le sens horizontal et de 192 points (0 à 191) dans le sens vertical.

Avec une carte 80 colonnes plus 64 K octets d'extension mémoire, la résolution horizontale est portée à 560 points horizontalement et en noir et blanc.

Dans ces deux modes graphiques, l'axe des abcisses X est situé sur la partie supérieure de l'écran, et l'axe des ordonnées Y est situé sur la partie gauche de l'écran et dirigé vers le bas. Cette disposition est commune à tous les Basic réalisés par Microsoft.

De plus, l'APPLESOFT vous permet de créer des figures graphiques haute résolution préenregistrées, que vous pouvez ensuite facilement manipuler




## 3.2 LE MODE GRAPHIQUE BASSE RÉSOLUTION

### 3.2.1 Entrée dans le mode

Pour passer du mode « texte » au mode graphique basse résolution, l'instruction GR efface l'écran, le positionne en mode mixte texte — graphisme (40 lignes graphiques et 4 lignes de texte en bas de l'écran) et place le curseur au début du texte.

Vous pouvez supprimer ces 4 lignes de texte avec l'instruction

```
POKE – 16302,0
```

L'écran obtenu comporte alors 48 lignes graphiques.

Vous pourrez recréer la fenêtre des 4 lignes du bas de l'écran en utilisant l'instruction

```
POKE – 16301,0
```

Pour revenir en mode texte, il vous suffira d'utiliser l'instruction TEXT.

Sur les vingt (ou les vingt-quatre) premières lignes de l'écran, apparaissent alors des arabesques. Ceci est tout à fait normal, l'APPLE II utilisant la même zone mémoire pour le texte et le mode graphique basse résolution.

### 3.2.2 Instructions graphiques

Les deux Basic de l'APPLE II acceptent les instructions graphiques basse résolution suivantes :

COLOR = expression

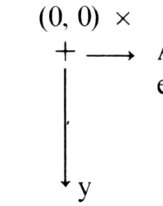
Sélection de la couleur dans laquelle seront faits les prochains affichages parmi les seize couleurs suivantes :

0. Noir
1. Magenta
2. Bleu foncé
3. Pourpre
4. Vert foncé
5. Gris
6. Bleu
7. Bleu clair
8. Brun
9. Orange
10. Gris
11. Rose
12. Vert
13. Jaune
14. Transparent
15. Blanc.

La valeur de l'expression doit être comprise entre 0 et 255 et est traitée modulo 16. Par exemple, l'instruction COLOR = 40 sélectionnera la couleur jaune.

*La couleur active est remise à zéro par l'instruction* GR.

PLOT expression x, expression y




*Si les coordonnées ne sont pas dans les intervalles indiqués, le Basic affichera le message d'erreur suivant* :

ILLEGAL QUANTITY ERROR

et arrêtera l'exécution du programme.

Voici un exemple traçant une ligne diagonale sur l'écran

```
GR:COLOR=12:FOR X=0 TO 39:PLOT X,39-X:NEXT X
```

HLIN X1,X2 AT Y

Tracé d'une ligne horizontale sur l'écran entre les « points » (X1,Y) et (X2,Y).

VLIN Y1,Y2 AT X

Tracé d'une ligne verticale sur l'écran entre les « points » (X,Y1) et (X,Y2).

L'exemple suivant vous montre le tracé d'un carré

```
10 REM TRACE D'UN CARRE
20 GR
30 COLOR=12
40 HLIN 20,30 AT 20
50 VLIN 20,30 AT 20
60 HLIN 20,30 AT 30
70 VLIN 20,30 AT 30
80 END
```

Vous remarquerez que les côtés du carré n'ont pas les mêmes épaisseurs (cf. Fig. 3.1). Cela est dû au fait qu'un « point » en mode graphique basse résolution est un « caractère » coupé en deux. Il en résulte qu'il forme un rectangle dont les côtés horizontaux sont doubles par rapport aux verticaux.

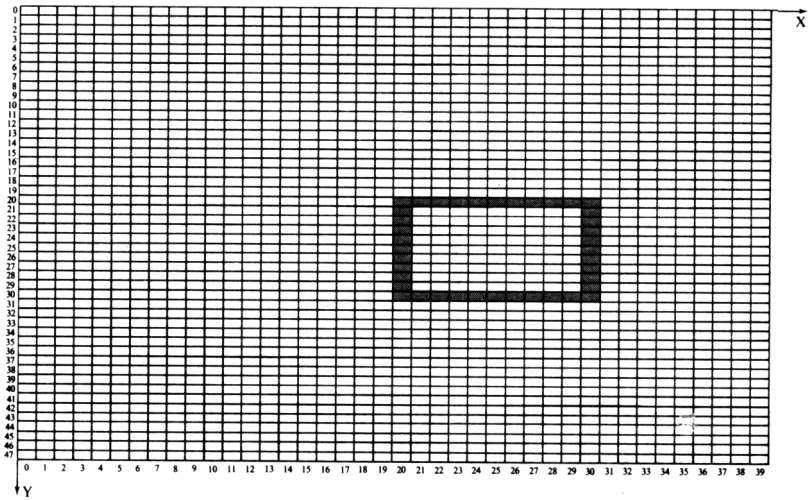



*Figure 3.1 : Tracé d'un carré de coordonnées égales (abscisses et ordonnées)*

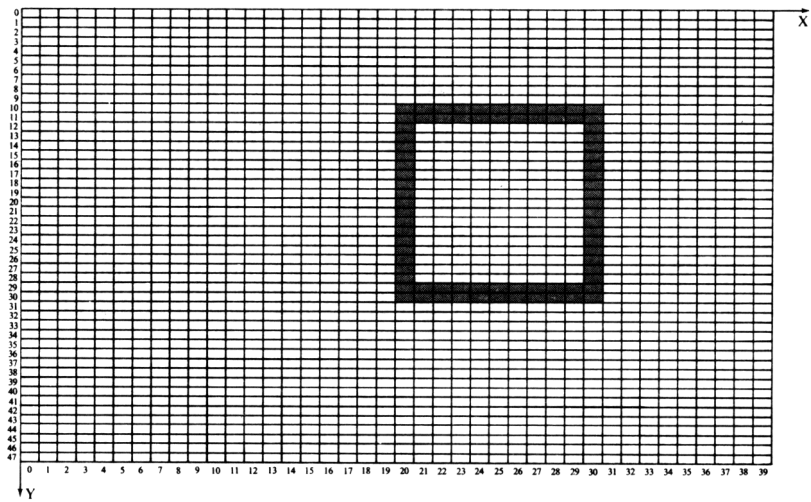



*Figure 3.2 : Tracé réel d'un carré en mode basse résolution*

Le programme suivant dessine un vrai carré sur l'écran :

```
 10 REM TRACE D'UN CARRE
 20 GR
 30 COLOR=12
 40 HLIN 20,30 AT 10
 50 HLIN 20,30 AT 11
 60 HLIN 20,30 AT 29
 70 HLIN 20,30 AT 30
 80 VLIN 10,30 AT 20
 90 VLIN 10,30 AT 30
100 END
```

Essayez ! Le carré obtenu est plus normal (cf. fig. 3.2).

Fonction SCRN(X,Y)

Obtention du numéro de la couleur du point de coordonnées (X,Y). Remplacez la ligne 100 par la suivante :

```
100 COLOR=SCRN(20, 30)+1:FOR I=1 TO 1000:
NEXT I:GO TO 40
```

Faites exécuter le programme. Vous voyez alors changer périodiquement la couleur du carré sur l'écran.

### 3.2.3 Utilisation de la mémoire

Deux pages (ou zones de mémoire) graphiques basse résolution existent sur l'APPLE II. La première page est celle utilisée par le Basic et le moniteur. La seconde n'est gérée ni par le moniteur, ni par le Basic. Il vous appartient, si vous désirez l'utiliser, de calculer l'adresse en mémoire des divers points. Vous pourrez vous reporter à cet effet au chapitre 4, sur le moniteur, pour connaître les adresses et les sous-programmes utilisables.

### 3.2.4 Exemple

Voici un programme Basic qui lit les manettes de jeux et affiche sur l'écran le point de coordonnées égal à la valeur lue sur les poignées, modulo 40.

```
 10 REM AFFICHAGE DE POINTS DONT LES
 20 REM COORDONNEES SONT LUES SUR LES MANETTES DE JEUX
 30 REM
 40 REM COPYRIGHT DE MERLY -
 50 REM
 60 DIM XY(1)
 70 GR
 80 VTAB 21:HTAB 1:CALL -958
 90 COLOR=14
100 FOR I=0 TO 1
110  FOR J=0 TO 10:NEXT
120  XY(I)=PDL(I)
130  IF XY(I)>39 THEN XY(I)=39
140 NEXT
150 VTAB 21:PRINT "X= ";XY(0),"Y= ";XY(1)
160 PLOT XY(0),XY(1)
170 GOTO 100
```

*Le fonctionnement de la fonction* PDL *est expliqué plus en détail au paragraphe* 3.7.

## 3.3 LE MODE GRAPHIQUE HAUTE RÉSOLUTION

### 3.3.1 Introduction

Dans ce mode graphique, le plus intéressant de l'APPLE II, l'écran est décomposé en points et non plus en rectangles et, comme en mode basse résolution, vous disposez de deux pages graphiques.

Les instructions graphiques sont uniquement incorporées dans le Basic APPLESOFT. Les utilisateurs du Basic Entier devront gérer eux-mêmes le mode haute résolution.

Les deux pages mémoires haute résolution ne sont pas protégées par le Basic APPLESOFT. Vous devez donc positionner les variables HIMEM et LOMEM. Les deux solutions suivantes sont possibles lorsque la taille de votre programme ne dépasse pas 12 K octets :

— Placer les variables de son programme utilisateur avant les pages graphiques en positionnant HIMEM à 8191 (16383) si vous désirez travailler sur la page un (deux).

— Placer les variables de son programme utilisateur après les pages graphiques en positionnant LOMEM à 16384 (24576) pour utiliser la page un (deux).

Si votre programme dépasse 12 K octets, vous devrez le placer après les pages graphiques (cf. § 2.2.16).

*Selon la taille mémoire de votre système, vous ne pourrez pas toujours utiliser les pages graphiques.* 16 K *octets sont nécessaires pour la page un,* 24 K *octets pour la page deux. Si vous désirez conjointement disposer du* DOS, *vous devrez ajouter* 12 K *octets à votre calcul.*

### 3.3.2 Entrée dans le mode

Pour positionner l'écran en mode graphique haute résolution sur la page un, l'instruction HGR efface l'écran, place 160 lignes graphiques en haut de celui-ci et 4 lignes de texte en dessous. Pour supprimer (réintroduire) celles-ci, vous devrez utiliser l'instruction :

POKE – 16302,0. (POKE – 16301,0)

*En réalité, l'instruction* HGR *ne modifie pas la page mémoire contenant le texte, mais laisse seulement visibles les* 4 *lignes du bas. Le curseur ne sera visible que s'il est introduit dans ces lignes.*

Il est possible de se placer dans le mode graphique haute résolution sans effacer l'écran, en utilisant les instructions suivantes :

POKE – 16304,0 passage en mode graphique
POKE – 16297,0 mode haute résolution
POKE – 16300,0 sélection de la page un.

Pour vous positionner sur la page deux, vous devrez utiliser l'instruction HGR2 au lieu de HGR. Pour passer en très haute résolution, on emploie l'instruction HGR3.

*Lorsque l'on travaille sur la page deux haute résolution et que le programme rencontre l'instruction* GR, *il se produit le phénomène suivant : la page deux passe en basse résolution et la page un s'efface.*

### 3.3.3 Instructions graphiques haute résolution

HCOLOR = expression

Les huit codes couleurs suivants existent en mode haute résolution :

0. Noir 1
1. Vert

2. Violet
3. Blanc 1
4. Noir 2
5. Orange
6. Bleu
7. Blanc 2

*Nous avons volontairement isolé deux groupes de couleurs. En effet, afficher la couleur Blanc* 1 *au point de coordonnées* (x, y) *fera apparaître un point vert si* x *est pair, violet si* x *est impair, et blanc si les deux points* (x, y) *et* (x + 1, y) *sont allumés. Il en est de même pour le second groupe de couleurs. Ce phénomène est dû au mode de fonctionnement des télévisions couleurs.*

HPLOT x1, y1 TO x2, y2 To ...

Le graphisme haute résolution présente l'avantage de permettre le tracé de droites faisant un angle quelconque avec l'horizontale.

Plusieurs formats sont possibles :

| | |
|---|---|
| HPLOT x, y | éclairage du point de coordonnées x, y |
| HPLOT x1, y1 TO x2, y2(TO ...) | tracé des droites situées entre les points (x1, y1) et (x2, y2), (x2, y2) et... |
| HPLOT TO x2, y2(TO ...) | tracé de la droite située entre le dernier point éclairé et le point x2, y2. |

*Si aucun point n'a été éclairé auparavant, l'origine* (0, 0) *est prise par défaut. Les coordonnées du dernier point éclairé sont situées aux adresses* $E0-$E2 (224-226).

*Exemple :*

```
HPLOT 10, 10 TO 10, 20 TO 20, 20 TO 20, 10 TO 10, 10 TO
20, 20 TO 20, 10 TO 10, 20
```

Cette instruction trace un carré et ses diagonales.

### 3.3.4 Exemple

Voici un programme qui trace une spirale triangulaire sur l'écran. Il augmente les dimensions de cette spirale jusqu'à ce qu'elle occupe l'écran complètement, en changeant sa couleur à chaque tracé.

```
10  REM  PROGRAMME DE DEMONSTRATION
20  REM  DES POSSIBILITES GRAPHIQUES HAUTE RESOLUTION
30  REM  DU BASIC APPLESOFT DE L'APPLE II
40  REM
50  REM  COPYRIGHT DE MERLY
60  REM  TRACE D'UNE SPIRALE TRIANGULAIRE
70  REM
80  COLOR= 5
90 XC = 140:YC = 96: REM  CENTRE DE L'ECRAN
100  HGR : HCOLOR= 5: HPLOT XC,YC
110 LP = 0:L = 5:ECART = 5
120  REM  DEBUT DE LA BOUCLE
130  HCOLOR= COULEUR
140  HPLOT  TO XC + L,YC + LP
150  HPLOT  TO XC,YC - L
160  HPLOT  TO XC - L - ECART,YC + L
170 LP = L:L = L + ECART
180 COULEUR = COULEUR + 1
190  IF COULEUR = 8 THEN COULEUR = 0
200  IF YC + L < 193 THEN 130
210  END
```

Le résultat obtenu est présenté sur la figure 3.3.

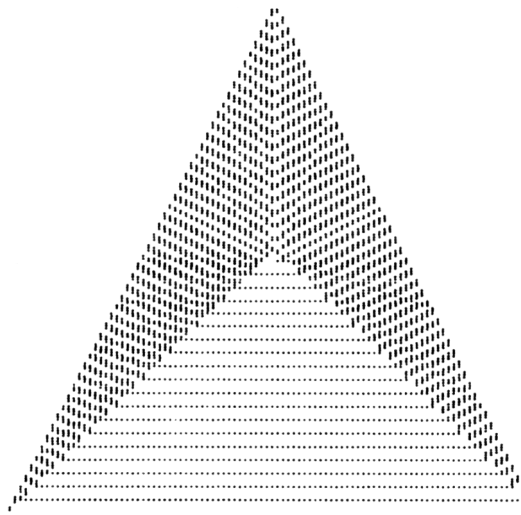


*Figure 3.3*

### 3.3.5 Tracé de courbes sur l'écran

Le tracé de courbes sur un écran pose principalement les deux problèmes suivants :

1. Détermination du facteur d'échelle nécessaire pour faire tenir la courbe dans l'écran.

2. Translation éventuelle des coordonnées pour obtenir un bon cadrage.

L'exemple ci-dessous réalise le tracé d'une cycloïde, courbe d'équations :

$$X = K(3\,COS(B) + COS(3B))$$
$$Y = K(3\,SIN(B) - COS(3B))$$

```
10  REM  TRACE D'UNE HYPO-CYCLOIDE A 4 REBROUSSEMENTS SUR L'ECRAN
20  REM
30  REM  COPYRIGHT DE MERLY
40  REM
50  HGR
60  REM  DIMMENSIONNEMENT DE LA FIGURE
70 ECHELLE = 20
80 XC = 140
90 YC = 80
100  HCOLOR= 3
110  HPLOT XC + 4 * ECHELLE,YC
120  FOR TETA = 0 TO 6.28 STEP 0.02
130 X = XC + ECHELLE * (3 *  COS (TETA) +  COS (3 * TETA))
140 Y = YC + ECHELLE * (3 *  SIN (TETA) -  SIN (3 * TETA))
150  HPLOT  TO X,Y
155  VTAB 21: CALL  - 958: PRINT "X= "; INT (X),"Y= "; INT (Y)
160  NEXT
170  END
```

Le résultat obtenu est visible sur la figure 3.4.

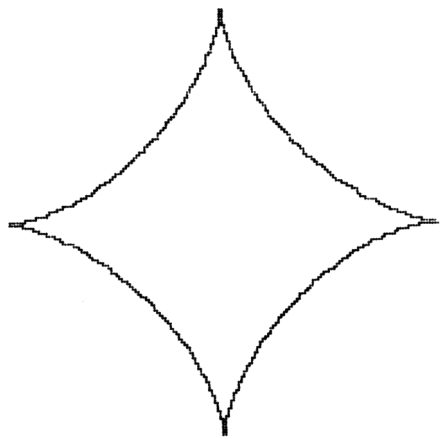


*Figure 3.4*

Le tracé d'un cercle peut être fait selon le même principe. Le listing est reproduit ci-dessous et la figure 3.5 représente le résultat obtenu.

```
10  REM  TRACE D'UN CERCLE
20  REM
30  REM  COPYRIGHT DE MERLY
40  REM
50 XC = 140:YC = 80:ECHELLE = 80
60  HGR : HCOLOR= 3
70  HPLOT XC + ECHELLE,YC
80  FOR TETA = 0.02 TO 6.28 STEP 0.02
90 X = XC + ECHELLE *  COS (TETA)
100 Y = YC + ECHELLE *  SIN (TETA)
110  HPLOT  TO X,Y
120  VTAB 21: CALL  - 958: VTAB 22
130  PRINT  TAB( 14);"X= "; INT (X); TAB( 23);"Y= "; INT (Y)
140  NEXT
150  END
```

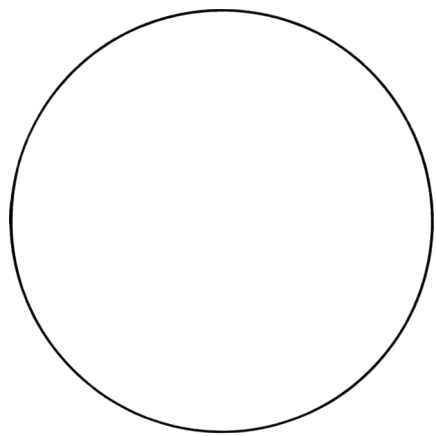


***Figure 3.5***

*Les trois figures* 3.3, 3.4 *et* 3.5 *ont été obtenues en utilisant le programme de recopie d'écran résidant dans la carte d'interface de l'*EPSON MXFT82.

Voici un exemple de tracé de courbe en coordonnées cartésiennes à la place des coordonnées polaires.

```
10  REM  PROGRAMME DE TRACE DE COURBES
20  REM
30  REM  COPYRIGHT DE MERLY
40  REM
50  TEXT : HOME
60  PRINT "CE PROGRAMME TRACE TOUTE COURBE"
70  PRINT "ACCESSIBLE AVEC LES FONCTIONS"
80  PRINT "MATHEMATIQUES DE L'APPLESOFT."
90  PRINT "POUR CELA, TAPEZ VOTRE EXPRESSION"
100  PRINT "SELON LE FORMAT:"
110  PRINT " 1170  Y=F(X)"
120  PRINT
130  PRINT " EXEMPLE: 1010 Y=EXP(X)"
140  PRINT : PRINT "PUIS TAPEZ  RUN 160"
150  END
160  PRINT "ENTREZ L'EQUATION SELON LE MEME FORMAT "
170  INPUT E$
180  DEF  FN I(X) =  INT (X + (1 -  SGN (X)) / 2.00000001#)
190  REM
200  REM  PARAMETRES DE LA COURBE
210  REM
220  HOME
230  PRINT E$
240  PRINT : PRINT ""
250  INPUT "X INITIAL -->";XD
260  PRINT
270  INPUT "X FINAL   -->";XF
280  ONERR  GOTO 1230
290  REM
300  REM  CALCUL DES ECHELLES ET DES AXES
310  REM
320  IF XF < XD THEN T = XF:XF = XD:XD = T
330  IF XD <  = 0 AND XF > 0 THEN XL = XF - XD:XC =  - XD
340  IF XD < 0 AND XF <  = 0 THEN XL =  - XD:XC =  - XD
350  IF XD > 0 AND XF > 0 THEN XL = XF:XC = 0
360 XI = XL / 279
370 XZ = XC / XI
380  PRINT : PRINT "TRAITEMENT EN COURS"
390 YD = 0:YF = 0
400  FOR X = XD TO XF STEP XI
410  GOSUB 1170
420  IF Y > YF THEN YF = Y
430  IF Y < YD THEN YD = Y
440  NEXT X
450  IF YD <  = 0 AND YF > 0 THEN YL = YF - YD:YC =  - YD
460  IF YD < 0 AND YF <  = 0 THEN YL =  - YD:YC =  - YD
470  IF YD > 0 AND YF > 0 THEN YL = YF:YC = 0
480 YI = YL / 159
```

```
490 YZ = YC / YI
500 YZ = 159 -  INT (YZ)
510  REM
520  REM  AFFICHAGE DE L'EQUATION
530  REM
540  HGR
550  VTAB 22
560  IF  LEN (E$) < 40 THEN  HTAB (40 -  LEN (E$)) / 2
570  PRINT E$
580  REM
590  REM  TRACE DES AXES
600  REM
610  HCOLOR= 3
620  HPLOT 0,YZ TO 279,YZ
630  HPLOT XZ,0 TO XZ,159
640  REM
650  REM  POINT DE DEPART
660  REM
670 X = XD
680  GOSUB 1170
690 Y = 159 - (Y + YC) / YI
700  HPLOT (X + XC) / XI,Y
710  REM
720  REM  TRACE DE LA COURBE
730  REM
740  FOR X = XD + XI TO XF STEP XI
750  GOSUB 1170
760 Y = 159 - (YC + Y) / YI
770  HPLOT  TO (X + XC) / XI,Y
780  NEXT X
790  REM
800  REM  TRACE DE L'ECHELLE DE L'AXE DES X
810  REM
820 R = XL
830  GOSUB 1040
840  HCOLOR= 0
850  IF XD < 0 AND XF < 0 THEN XF = 0
860  IF XD > 0 AND XF > 0 THEN XD = 0
870  FOR X =  FN I(XD / DI) * DI TO  FN I(XF / DI) * DI STEP DI
880  HPLOT XZ + X / XI,YZ
890  NEXT X
900  VTAB 24: PRINT DI;"/ DIVISION SUR X";
910  REM
920  REM  TRACE DE L'ECHELLE DE L'AXE DES Y
930  REM
940 R = YL
950  GOSUB 1040
960  FOR Y =  FN I(YD / DI) * DI TO  FN I(YF / DI) * DI STEP DI
970  HPLOT XZ,YZ - Y / YI
980  NEXT Y
990  PRINT  SPC( 2);DI;"/DIVISION SUR Y";
1000  GOTO 1380
1010  REM
```

```
1020  REM  DETERMINATION DES ECHELLES
1030  REM
1040 K = 0
1050  IF R < 1 THEN 1110
1060  IF R < 10 THEN 1140
1070 K = K + 1
1080 R = R / 10
1090  GOTO 1060
1100  IF R > 1 THEN 1140
1110 K = K - 1
1120 R = R * 10
1130  GOTO 1100
1140 DI =  INT (R) * 10 ^ (K - 1)
1150  RETURN
1160  REM ************************
1170 Y = 30
1180  REM ************************
1190  RETURN
1200  REM
1210  REM  TRAITEMENT DES ERREURS
1220  REM
1230  POKE 216,0: REM  ANNULATION ONERR
1240 EA =  PEEK (218) +  PEEK (219) * 256
1250 E2$ = "ERREUR"
1260 N$ = "":E1$ = ""
1270  IF EA <  > 1010 THEN N$ = "N'EST PAS ":E1$ = " A LA LIGNE " +  STR$ (EA)
1280  HOME : VTAB 21
1290 ER =  PEEK (222)
1300  IF E$ = "" THEN  PRINT "ERREUR PAS D'EQUATION.": END
1310  PRINT "ERREUR DE SYNTAXE ";N$;"DANS L'EQUATION."
1320  PRINT E$
1330  IF EA <  > 1010 THEN 1350
1340  IF ER = 16 OR ER = 163 OR ER = 224 THEN E2$ = "EQUATION FAUSSE"
1350  IF ER = 53 OR ER = 69 OR ER = 133 THEN E2$ = "DONEES FAUSSES"
1360  IF ER = 255 THEN E2$ = "CONTROL-C"
1370  PRINT E2$ + E1$
1380  VTAB (15): PRINT  CHR$ (7): GET N$: TEXT
1390  END
```

## 3.4 FIGURES GRAPHIQUES HAUTE RÉSOLUTION

En mode graphique basse ou haute résolution, vous devez retracer toute figure dès que vous désirez la faire tourner ou que vous voulez modifier son échelle. Les figures graphiques haute résolution offrent ces possibilités.

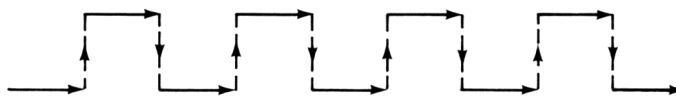
### 3.4.1 Définition des figures graphiques

Une figure graphique haute résolution consiste en un ensemble de huit vecteurs de déplacement :

— Déplacement du curseur d'une position vers le haut sans tracé.
— Déplacement du curseur d'une position vers le bas sans tracé.
— Déplacement du curseur d'une position vers la droite sans tracé.
— Déplacement du curseur d'une position vers la gauche sans tracé.
— Déplacement du curseur d'une position vers le haut avec tracé du vecteur sur l'écran.
— Déplacement du curseur d'une position vers le bas avec tracé du vecteur sur l'écran.
— Déplacement du curseur d'une position vers la gauche avec tracé du vecteur sur l'écran.
— Déplacement du curseur d'une position vers la droite avec tracé du vecteur sur l'écran.

Dans la suite de ce paragraphe nous désignerons les « vecteurs sans tracé » par des flèches en pointillés et les « vecteurs avec tracé » par des flèches en trait plein.

*Exemple :*



### 3.4.2 Codage des figures graphiques

Le dessin précisé, vous devez le coder en machine. A cet effet, les vecteurs étant numérotés de zéro à sept, le codage nécessite trois bits par vecteur. Le premier bit représente le choix du tracé du vecteur ; les deux autres bits précisent le déplacement comme suit :

| *Vecteur* | *Code* |
|---|---|
| → | 01 |
| ↑ | 00 |
| ← | 11 |
| ↓ | 10 |

Le codage des 8 vecteurs est le suivant :

| Symbole | Action | Code binaire | | Code décimal |
|---|---|---|---|---|
|  | déplacement vers le haut sans tracé | 0 | 00 | 0 |
| | déplacement vers la droite sans tracé | 0 | 01 | 1 |
|  | déplacement vers le bas sans tracé | 0 | 10 | 2 |
| | déplacement vers la gauche sans tracé | 0 | 11 | 3 |
|  | déplacement vers le haut avec tracé | 1 | 00 | 4 |
| | déplacement vers la droite avec tracé | 1 | 01 | 5 |
|  | déplacement vers le bas avec tracé | 1 | 10 | 6 |
| | déplacement vers la gauche avec tracé | 1 | 11 | 7 |

Après avoir décomposé la figure en vecteurs et avoir codé ces derniers, vous devez regrouper les différents codes dans des octets. Un octet étant composé de 8 bits peut contenir deux codes de vecteur (avec/sans tracé) et un code de vecteur sans tracé (gauche, droite, bas) selon le format suivant :

| Bit | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | D | D | T | D | D | T | D | D |

avec D étant un bit de déplacement
T étant un bit de tracé.

Examinons de plus près la gestion des bits 6 et 7. L'APPLESOFT ignore ces deux bits s'ils sont à zéro et considère ce vecteur comme tracé si un

au moins des deux bits est à un. Vous pouvez donc utiliser ces deux bits pour coder les vecteurs un à trois.

La fin d'une figure graphique est indiquée par un octet nul.

### 3.4.3 Assemblage d'une table de figures graphiques

Pour permettre le fonctionnement des instructions de l'APPLESOFT, les figures graphiques haute résolution doivent être regroupées dans une table qui pourra être stockée sur cassette ou disquette. L'organisation d'une table suit le format suivant :

| Numéro d'octet | Signification |
|---|---|
| 0 | nombre n de figures dans la table (0 à 255) |
| 1 | inutilisé |
| 2 | poids faible — déplacement de la figure n° 1 dans la table (numéro du premier octet de la figure 1) |
| 3 | poids fort |
| 4 | déplacement de la figure 2 |
| 5 | |
| ⋮ | |
| 2i + 0 | déplacement de la figure i |
| 2i + 1 | |
| ⋮ | |
| 2n + 1 | déplacement de la figure n |
| 2n + 2 | définition de la figure graphique n° 1 |
| | 00 (fin de définition) |
| | ⋮<br>définition de la figure n |
| | 00 (fin de la figure n) |

Au cas où la table ne comporterait qu'une seule figure, elle aurait le format suivant :

| Octet | Valeur |
|---|---|
| 0<br>1<br>2<br>3 | 1<br>0<br>4<br>0 |
| 4<br>.<br>.<br>. | définition<br>de la figure<br>00 |

*Pour éviter que l'*APPLESOFT *ne détruise la table créée, nous vous conseillons de la situer en mémoire au-dessus de* HIMEM.

### 3.4.4 Programme de création d'une table de figures graphiques

Voici un exemple qui permet de saisir les vecteurs de déplacement, de les assembler dans une table, de stocker celle-ci sur disque, et d'afficher les figures obtenues sur l'écran :

Lignes 10 à 999 : programme principal
100 à 250 : initialisations
260 à 360 : saisie du nombre de figures de la table et contrôle
370 à 530 : saisie de l'adresse de départ de la table, contrôle et conversion en base décimale
535 à 600 : création du catalogue de la table
605 à 640 : définition des figures
650 à 750 : sauvegarde sur disquette si nécessaire
800 à 999 : essai des figures graphiques.
1 000 à 1 440 : sous-programme de saisie des vecteurs d'une figure
1 997 à 2 040 : sous-programme de recopie de trois vecteurs en mémoire (codage d'un octet)

Lignes 3 000 à 3 080 : sous-programme de validité d'une chaîne numérique

Lignes 3 100 à 3 230 : sous-programme de validité d'une chaîne hexadécimale et conversion en base décimale

Lignes 10 000 et 10 001 : données de conversion de la base hexa en base décimale.

```
10  REM  CREATION ET ESSAI D'UNE TABLE DE FIGURES
20  REM
30  REM  COPYRIGHT DE MERLY
40  REM
100  HOME : VTAB 2
110  PRINT "----------------------------------------"
120  PRINT
130  PRINT "       CREATION D'UNE TABLE DE FIGURES"
140  PRINT
150  PRINT "----------------------------------------"
160  REM
170  REM  INITIALISATIONS
180  REM
200  DIM TCHD$(16,2),CDVECT(3)
210  FOR I = 1 TO 16
220  FOR J = 1 TO 2
230  READ TCHD$(I,J)
240  NEXT : NEXT
250  POKE 34,7
260  REM
270  REM  LONGUEUR DE LA TABLE
280  REM
290  FOR I = 1 TO 1000: NEXT : VTAB 9: CALL  - 958: VTAB 11:T1 = 0
300  INPUT "NOMBRE DE FIGURES DANS LA TABLE ";NB$
310 C$ = NB$:Y = 9: GOSUB 3000
350  ON T1 GOTO 290
360 NB =  VAL (NB$)
370  REM
380  REM  ADRESSE DE DEPART
390  REM
400  VTAB 13: PRINT "----------------------------------------"
410  FOR I = 1 TO 1000: NEXT : VTAB 15: CALL  - 958: VTAB 17:T1 = 0
420  INPUT "ADRESSE DE DEPART ";ADR$
430  REM
440  REM  VALEUR DECIMALE OU HEXADECIMALE?
450  REM
460 T2 = 1
470  IF  LEFT$ (ADR$,1) = "$" THEN T2 = 2
480 T1 = 0
485 Y = 15:C$ = ADR$
490  ON T2 GOSUB 3000,3100
500  ON T1 GOTO 410
510  DEF  FN MOD(X) =  INT ((X / 256 -  INT (X / 256)) * 256 + 0.05) *  SGN
    (X / 256)
520 ADR = S
```

```
530  VTAB 17: HTAB 19: PRINT ADR
540  POKE 232, FN MOD(ADR)
550  POKE 233, INT (ADR / 256)
560  POKE ADR,NB
570  POKE ADR + 1,0
580  POKE ADR + 2, FN MOD(2 * NB + 2)
590  POKE ADR + 3, INT ((2 * NB + 2) / 256)
600 ACR = ADR + 2 * NB + 2
610  FOR K = 1 TO NB
620  GOSUB 1000
630  IF K < > NB THEN  POKE ADR + 2 * K + 2, FN MOD(ACR - ADR): POKE ADR
     + 2 * K + 3, INT ((ACR - ADR) / 256)
640  NEXT K
650  REM
660  REM  SAUVEGARDE DE LA TABLE?
670  REM
680  CALL  - 936: VTAB 10
690  PRINT "DESIREZ-VOUS SAUVEGARDER LA TABLE CREEE?";
700  GET T$
710  IF T$ < > "O" AND T$ < > "N" THEN 700
720  IF T$ = "N" THEN 800
730  INPUT "NOM DU FICHIER DE SAUVEGARDE:";T$
740 T$ = "BSAVE " + T$ + ",A" +  STR$ (ADR) + ",L" +  STR$ (ACR - ADR)
750  PRINT  CHR$ (4);T$
800  REM
810  REM  ESSAI DES FIGURES
820  REM
830  VTAB 12: PRINT "----------------------------------------": VTAB 14
840  PRINT "DESIREZ-VOUS ESSAYER VOS FIGURES ?";
850  GET T$
860  IF T$ < > "O" AND T$ < > "N" THEN 850
870  IF T$ = "N" THEN 950
880  HGR : HCOLOR= 3: SCALE= 1: ROT= 0
890  FOR K = 1 TO NB
900  DRAW K AT 140,80
910  FOR I = 1 TO 5000: NEXT
920  XDRAW K AT 140,80
930  NEXT
950  POKE 34,0: TEXT : HOME
999  END
1000  REM
1010  REM  SAISIE DES VECTEURS D'UNE FIGURE
1020  REM
1030  REM  ET CODAGE DANS LES OCTECTS
1040  REM  SITUES A L'ADRESS COURANTE ADR
1050  REM
1060  FOR I = 1 TO 1000: NEXT : HOME
1070  VTAB 9: PRINT "FIGURE NO ";K
1080  VTAB 11: PRINT "----------------------------------------"
1090 V = 0:NO = 0: POKE 34,11: VTAB 13
1095 V = V + 1
1100  HTAB 8: PRINT "VECTEUR NO ";V;" (0-7) ?";
1120  GET T$: IF  ASC (T$) < 48 OR  ASC (T$) > 55 THEN 1120
1130 T =  VAL (T$): PRINT T
1140  ON T GOTO 1250,1250,1250,1400,1400,1400,1400
```

```
1150  REM
1160  REM  CAS DU VECTEUR NUL
1170  REM
1180 NO = NO + 1:CDVECT(NO) = 0:NZ = NZ + 1
1190  IF NO = 3 THEN  GOSUB 2000:CDVECT(NO) = 0
1200  IF NZ = 3 THEN  PRINT : INVERSE : POKE ACR,0:ACR = ACR + 1: PRINT "
    FIN DE LA FIGURE ";K: NORMAL : POKE 34,7: FOR I = 1 TO 1000: NEXT : RETURN

1210  GOTO 1095
1220  REM
1230  REM  CAS D'UN VECTEUR SANS TRACE
1240  REM
1250 NO = NO + 1:CDVECT(NO) = T
1260  IF NO = 3 THEN  GOSUB 2000
1270 NZ = 0
1280  GOTO 1095
1370  REM
1380  REM  CAS D'UN VECTEUR AVEC TRACE
1390  REM
1400 NO = NO + 1
1410  IF NO = 3 THEN CDVECT(NO) = 0: GOSUB 2000
1420 CDVECT(NO) = T
1430 NZ = 0
1440  GOTO 1095

1997  REM
1998  REM  RECOPIE DE TROIS VECTEURS EN MEMOIRE
1999  REM
2000 NN = CDVECT(1) + CDVECT(2) * 8 + CDVECT(3) * 64
2010  POKE ACR,NN
2020 ACR = ACR + 1
2030 NO = 1
2040  RETURN
3000  REM
3010  REM  TEST DE VALIDITE D'UNE CHAINE "NUMERIQUE"
3020  REM
3030  FOR I = 1 TO  LEN (C$)
3040 T =  ASC ( MID$ (C$,I,1))
3050  IF T < 48 OR T > 57 THEN  VTAB Y: PRINT  CHR$ (7); TAB( 8);: INVERSE
    : PRINT  CHR$ (T);" EST UN CARACTERE ILLEGAL": NORMAL :T1 = 1:I =  LEN
    (C$)
3060  NEXT
3070 S =  VAL (C$)
3080  RETURN
3100  REM
3110  REM  CONVERSION HEXADECIMALE --> DECIMALE
3120  REM
3130 S = 0:C$ =  MID$ (C$,2)
3140  FOR I = 1 TO  LEN (C$)
3150 T =  ASC ( MID$ (C$,I,1))
3160  IF T < 48 OR T > 70 THEN  VTAB Y: HTAB 8: INVERSE : PRINT  CHR$ (T)
    ;" EST UN CARACTERE ILLEGAL": NORMAL :T1 = 1:I =  LEN (C$): GOTO 3220
3170 T$ =  CHR$ (T)
3180  FOR J = 1 TO 16
3190  IF T$ = TCHD$(J,1) THEN T =  VAL (TCHD$(J,2)):J = 16
```

```
3200  NEXT
3210 S = S + 16 ^ ( LEN (C$) - I) * T
3220  NEXT
3230  RETURN
5000  REM
5010  REM  TRAITEMENT DES ERREURS
5020  REM
5030  STOP
5999  RETURN
10000  DATA  0,0,1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9
10001  DATA  "A",10,"B",11,"C",12,"D",13,"E",14,"F",15
```

### 3.4.5 Sauvegarde sur cassette

Pour recopier sur cassette votre table, calculez sa longueur x et tapez les instructions suivantes :

] CALL – 151 ← passage dans le moniteur
* 00:0x 00 ← positionnement de la longueur à l'adresse zéro
— mettez en route la cassette (PLAY)
— tapez 0.1W.

La table est alors stockée sur la cassette. Deux « bip » marquent la fin normale du stockage.

*Si un message d'erreur s'affiche durant le stockage, reprenez les opérations au début, et si vous n'obtenez aucun succès, consultez le chapitre* 4 *consacré au moniteur* (§ 4.3 : Les commandes du moniteur).

Pour relire la cassette et charger la table de figures en mémoire, le BASIC APPLESOFT possède la commande SHLOAD. Lors de l'utilisation de SHLOAD, HIMEM est diminuée de la longueur de la table et celle-ci est placée dans la zone mémoire ainsi libérée.

### 3.4.6 Sauvegarde sur disquette

La commande de sauvegarde d'une table sur disquette est la même que pour un sous-programme. Vous utiliserez l'instruction

BSAVE nom de fichier, Aa, Ll

où a est l'adresse décimale de la table en mémoire
l est la longueur de la table

pour sauvegarder la table sur disquette et

BLOAD nom de fichier, Aa

où a est l'adresse de chargement de la table

puis, POKE 232, octet de poids faible de l'adresse
POKE 233, octet de poids fort de l'adresse

*Ces deux instructions* POKE *permettent de préciser à l'*APPLESOFT *l'adresse de la table des figures.*

### 3.4.7 Instructions de travail sur les figures graphiques

L'APPLESOFT possède les quatre instructions suivantes, qui permettent de dessiner, de supprimer, d'orienter, d'agrandir ou de diminuer une figure graphique sur l'écran.

| | |
|---|---|
| DRAW | dessin d'une figure |
| XDRAW | suppression d'une figure |
| ROT | orientation (rotation) de la figure sur l'écran |
| SCALE | modification de l'échelle de la figure sur l'écran |

Ces instructions utilisent la page graphique haute résolution sélectionnée (1 ou 2) ainsi que la couleur sélectionnée par la dernière instruction HCOLOR.

● **L'instruction DRAW**

Elle permet de tracer sur l'écran une figure de la table désignée par son numéro dans la couleur, l'échelle et l'orientation choisies précédemment. Son format est le suivant :

```
DRAW  4  AT      125, 90
      ↑           ↑   ↑
   numéro      colonne  ligne
 dans la table  de départ
```

Il est possible de ne pas préciser les coordonnées de départ de la figure ; celle-ci est alors dessinée à partir du dernier point atteint sur l'écran.

*Si aucun point n'avait été atteint, le point pris par défaut est l'origine.*

Si la table n'a pas été chargée correctement ou si vous avez oublié de préciser l'adresse à l'APPLESOFT, vous verrez s'afficher le message d'erreur suivant :

ILLEGAL QUANTITY ERROR

● **L'instruction XDRAW**

Cette instruction vous permet d'écraser une figure graphique présente à l'écran. Sa syntaxe est identique à celle de l'instruction DRAW.

XDRAW 12 AT 30, 15

XDRAW affiche en fait la figure dans la couleur complémentaire de la couleur actuelle (négatif).

| Couleur | Couleur complémentaire |
|---|---|
| noir | blanc |
| blanc | noir |
| violet | vert |
| vert | violet |
| orange | bleu |
| bleu | orange |

● **L'instruction SCALE =**

Elle permet de préciser l'échelle avec laquelle sera dessinée la figure graphique. SCALE doit toujours avoir été exécutée au moins une fois avant DRAW. Elle peut être utilisée en mode direct ou en mode programmé.

SCALE = 25

La valeur de l'échelle est comprise entre un (un point pour un vecteur) et deux cent cinquante-cinq (255 points pour un vecteur). La valeur zéro correspond à 256 points par vecteur.

*Le mot* SCALE *n'est pas un mot réservé pour l'*APPLESOFT. *Seul est reconnu le mot* SCALE =.

● **L'instruction ROT =**

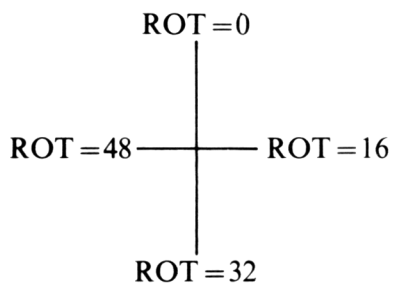
Elle permet de faire tourner les axes de la figure par rapport à l'axe vertical. Son format est le suivant :

ROT = valeur

où la valeur est un nombre compris entre 0 et 255 bien que 64 valeurs soient traitées (0 à 63). L'APPLESOFT utilise toujours la valeur maximale possible inférieure à la valeur indiquée.

Le nombre de valeurs possibles dépend en fait de l'échelle, de la façon suivante :

| Echelle | Nombre de valeurs |
|---|---|
| 1 | 4 (0, 16, 32, 48) |
| 2 | 8 |
| 3 | 16 |
| 4 | 32 |
| $\geqslant 5$ | 64 (0 à 63) |




*Comme pour l'instruction* SCALE =, ROT *n'est pas un mot réservé.*

### 3.4.8 Utilisation de figures graphiques

Voici un programme qui crée un effet de zoom sur n'importe quelle figure graphique dont la taille est inférieure à celle d'un carré de 10 points par côté.

```
10  REM  EFFET DE ZOOM
20  REM
30  REM  COPYRIGHT DE MERLY - LAMOITIER
40  REM
50  HOME
60  INPUT "NOM DU FICHIER CONTENANT LA TABLE ";NOM$
70  PRINT
80  INPUT "ADRESSE DE CHARGEMENT (DECIMALE) ";ADR
90  PRINT  CHR$ (4);"BLOAD " + NOM$ + ",A" +  STR$ (ADR)
130  DEF  FN MOD(X) =  INT ((X / 256 -  INT (X / 256)) * 256 + 0.05) *  SGN
    (X)
140  POKE 232, FN MOD(ADR)
150  POKE 233, INT (ADR / 256)
160  HGR : POKE  - 16302,0: HCOLOR= 3
170  FOR I = 1 TO  PEEK (ADR)
180  FOR J = 1 TO 64
190  ROT= J
200  SCALE= 1 + J / 2
210  DRAW I AT 140,120
220  NEXT
```

La figure 3.6 représente cet effet sur un carré dont les côtés sont de longueur un (1 point), en changeant la ligne 200 comme suit :

$$200\ \text{SCALE} = 10 + \text{J}/2$$

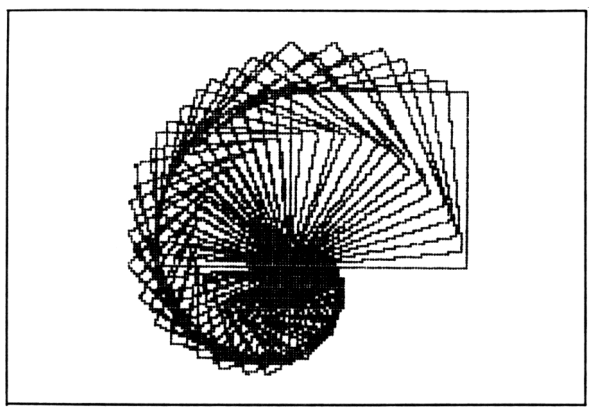


*Figure 3.6*

## 3.5 PÉRIPHÉRIQUES GRAPHIQUES

### 3.5.1 Périphériques de sortie

Deux types principaux de périphériques graphiques existent pour l'APPLE II. Ce sont les imprimantes graphiques et les tablettes traçantes.

La définition de l'image obtenue est de :

— 480 points par ligne, pour l'imprimante thermique SILENTYPE (APPLE),

— 480 points par ligne en mode normal ou 960 points par ligne en mode double densité, pour l'imprimante EPSON (précision de 5/10 mm ou de 2,5/10 mm).

Pour une table traçante de bas de gamme connectable à l'APPLE II *via* une interface parallèle, la précision peut atteindre 1/10 mm.

Ces cartes ne modifient pas la définition de l'écran.

### 3.5.2 Périphériques d'entrées

— Carte DIGISECTOR permettant de recevoir les images provenant d'une caméra vidéo, de les digitaliser, et de les traiter, par exemple, dans des applications de reconnaissance des formes.

— Tablette graphique (APPLE) pour tracer un dessin à l'aide d'un stylet magnétique, le digitaliser, et le ranger dans une page mémoire haute résolution afin de le reproduire sur l'écran.

— Système trois dimensions dont le but est de déterminer les coordonnées spatiales du point extrémité d'un stylet, de suivre des contours d'objets et de les voir représentés en perspective 3D sur l'écran de l'APPLE II (Micro control systems).

Nous reviendrons sur ces cartes au tome 2.

## 3.6 POSSIBILITÉS SONORES DE L'APPLE II

Sous le clavier de l'APPLE II est situé un haut-parleur géré par le moniteur. Son emploi est très simple ; vous devez définir les notes émises, en faisant varier la fréquence et la durée.

### 3.6.1 Mise en œuvre

Le haut-parleur utilise l'adresse $C030(−16336). Chaque accès à cette adresse provoque l'émission d'un « bip ».

En Basic, la fonction utilisable est PEEK(−16336). La fréquence obtenue est faible. Nous vous donnons ci-dessous un exemple de sous-programme assembleur de gestion du haut-parleur.

### 3.6.2 Emission d'une note de durée et de fréquence donnée

Plusieurs sous-programmes du moniteur gèrent le haut-parleur pour certaines fréquences. Ils sont décrits au paragraphe 4.3.4.

L'exemple proposé appelle le sous-programme d'attente du moniteur WAIT situé à l'adresse $FCA8(−856).

```
0300             1          ORG $300
0300             2  WAIT    EQU $FCA8          ; ATTENTE D'UN DELAI
0300             3  HP      EQU $C030          ; HAUT-PARLEUR
0301             4  FREQ    DFS $1
0302             5  DUREE   DFS $1
0302 AC0003      6  NOTE    LDY FREQ
0305 AE0003      7  ET1     LDX FREQ
0308 A904        8          LDA #$04
030A 20A8FC      9          JSR WAIT
030D AD30C0     10          LDA HP
0310 E8         11  ET2     INX
0311 D0FD       12          BNE ET2
0313 88         13          DEY
0314 D0EF       14          BNE ET1
0316 CE0103     15          DEC DUREE
0319 D0E7       16          BNE NOTE
031B 60         17          RTS
                18          END
```

***Listing d'assemblage : Génération d'un son***

Pour utiliser ce sous-programme en Basic, il suffit de :

— mettre aux adresses

$300 fréquence (0-255)
$301 durée (0-255)

— d'exécuter l'instruction

CALL 700 ($302)

*Exemple :*

```
5  PRINT "BLOAD BSON"
10  FOR I = 1 TO 255
20  POKE 768,I
25  POKE 769,1
30  CALL 770
40  NEXT
```

## 3.7 MANETTES DE JEUX ET JOYSTICK

Les manettes de jeux vous permettent de fournir à l'APPLE II des données continues (analogiques) sans que vous ayez à taper au clavier.

Chaque poignée est composée d'un potentiomètre réglable (bouton central) et d'un interrupteur (bouton poussoir). Ce dernier permet par exemple de valider les données lues sur les manettes.

En Basic, la fonction PDL(I) fait la lecture de la manette numéro I (0-1) ; comme cela vous sera expliqué au chapitre 4, entre chaque lecture d'une valeur sur l'une quelconque des manettes doit s'écouler un temps minimum qui correspond approximativement à celui des instructions :

FOR I=1 TO 10 :NEXT I

Examinez l'exemple du paragraphe 3.2.4. Ces instructions ne servent apparemment à rien, mais sont en fait indispensables.

L'accès au bouton (poussoir) se fait à l'aide de la fonction PEEK aux adresses $C061 (manette 0) et $C062 (manette 1). Si la valeur obtenue est supérieure à 128, le bouton correspondant est enfoncé.

Le JOYSTICK est l'équivalent pour l'APPLE II de deux manettes de jeux. Pour l'utilisateur, il est composé d'un « manche » pouvant se déplacer dans toutes les directions (360 degrés). Il est très pratique dans les jeux où le mouvement est plan (modification des coordonnées X et Y simultanément).

CHAPITRE **4**

# La programmation en assembleur 6502 et le moniteur de l'APPLE II

## 4.1 INTRODUCTION

Dans les mémoires ROM de l'APPLE résident en permanence le langage Basic (Basic Entier ou APPLESOFT) et un programme de contrôle appelé le moniteur. Ce programme est écrit en langage d'assemblage et il assure les entrées-sorties standard (gestion de l'écran et du clavier). Il permet de créer des programmes en langage d'assemblage, de consulter et de modifier le contenu de la mémoire, etc...

Après avoir décrit le microprocesseur 6502 (structure interne et instructions) et les techniques de base de programmation en assembleur, nous étudierons le moniteur, ses commandes, les sous-programmes accessibles à l'utilisateur et la carte-mémoire. Le moniteur de l'APPLE II étant

performant, il est utile de le connaître en profondeur lorsque l'on veut travailler efficacement en assembleur et même en Basic.

## 4.2 LA PROGRAMMATION EN ASSEMBLEUR 6502

### 4.2.1 Introduction

Le possesseur d'un APPLE II qui veut réaliser des programmes de qualité finira nécessairement par s'intéresser au langage d'assemblage du microprocesseur 6502. En effet, le Basic est à utiliser pour de petites applications non répétitives, mais il paraît exaspérant par sa lenteur pour des calculs très répétitifs. Vous pourriez alors penser faire du Pascal, LISP, Forth. Mais pour de petits sous-programmes, vous gagnerez du temps et de l'argent en programmant en Assembleur 6502. Il vous faut pour cela un Assembleur (programme traduisant les mnémoniques en code machine). Plusieurs possibilités vous sont offertes :

— soit utiliser le miniassembleur en ROM de l'ancien moniteur. L'intérêt réside dans sa facilité de mise en œuvre, mais vous ne pourrez pas conserver de commentaires,

— soit récupérer le miniassembleur dans le fichier INTBASIC fourni avec le DØS 3.3,

— soit acheter le miniassembleur sur disquette pour l'APPLE II +,

— soit acquérir un assembleur puissant tel le LISA, qui a l'énorme avantage de détecter les erreurs de syntaxe lorsque vous tapez les instructions (comme le Basic Entier). Il peut ainsi travailler très vite.

Le but n'est pas de vous apprendre le maniement de tel ou tel assembleur. Le lecteur intéressé se reportera au paragraphe 4.3.3 pour le miniassembleur, ou à la documentation correspondante pour LISA.

Nous allons décrire la structure du microprocesseur 6502, ses spécificités par rapport aux autres microprocesseurs 8 bits existant, et ses mnémoniques.

### 4.2.2 Le microprocesseur 6502

Il joue dans l'APPLE II les fonctions d'unité centrale en un seul boîtier. Il comprend une unité arithmétique et logique (UAL), pour les calculs, et une unité de commande chargée de séquencer le système APPLE II ;

il communique avec les autres boîtiers par des ensembles de fils appelés bus. Ceux-ci sont au nombre de trois :

— le bus d'adresses à 16 fils qui permet de sélectionner une case mémoire parmi 65 536 cases au total (2 possibilités = 65 536),

— le bus de données à 8 fils (8 bits) qui permet de transférer les données entre les différents boîtiers,

— le bus de commande utilisé pour synchroniser le système.

En ouvrant votre APPLE II, vous verrez :

— le microprocesseur 6502,

— huit boîtiers de mémoires RAM (lecture et écriture d'informations).

— deux mémoires ROM (lecture d'informations seulement) qui contiennent le moniteur et le Basic.

— sept connecteurs pour des cartes d'extension,

— d'autres boîtiers gérant le clavier, l'écran... (cf. photo C. chap. 1).

Le microprocesseur 6502 a la structure interne suivante :

— une unité arithmétique et logique (UAL),

— un registre appelé accumulateur (A) de 8 bits,

— deux registres d'index X et Y de 8 bits,

— un pointeur de pile de 9 bits S,

— un registre d'états P,

— un pointeur de programme (PC) de 16 bits (ou compteur ordinal), vers la prochaine instruction à exécuter.

### ● L'accumulateur

L'UAL est relié à un registre spécial, l'accumulateur. Elle se réfère automatiquement à lui comme à l'une de ses entrées. Il y a toutefois possibilité de le court-circuiter. Dans les opérations arithmétiques ou logiques, un des opérandes sera une case mémoire, et l'autre le contenu de l'accumulateur. Le résultat est ensuite stocké dans l'accumulateur. Cette architecture

| 6502 | Intel 8080-Zilog Z80 |
|---|---|
| instructions très rapides, mais peu puissantes | instructions plus longues en taille et durée, mais puissantes |

interne est classique : elle permet d'avoir des instructions courtes d'un octet, très rapides à exécuter. Par contre, l'inconvénient réside dans le fait que les données doivent être préalablement chargées.

Examinons plus en détail le rôle des autres registres, pris séparément.

● **Le pointeur programme-exécution d'une instruction**

Supposons qu'à la fin d'une instruction, le PC contienne sur 16 bits l'adresse de la prochaine instruction. Faisons exécuter celle-ci pas à pas en observant ce qui se passe.

Tout processeur procède en trois cycles :

• ***Recherche de la prochaine instruction***

Le contenu du pointeur programme (ou compteur ordinal) est placé sur le bus d'adresses. La mémoire sélectionnée dépose alors l'instruction sur le bus de données.

• ***Décodage et exécution***

Le microprocesseur examine l'instruction pour générer les signaux de commande. On dit qu'il la « décode ». Selon l'instruction, tout se déroule dans le 6502 ou des accès à la mémoire sont à faire, ce qui explique les différences de temps de traitement nécessaire.

• ***Recherche de la prochaine instruction***

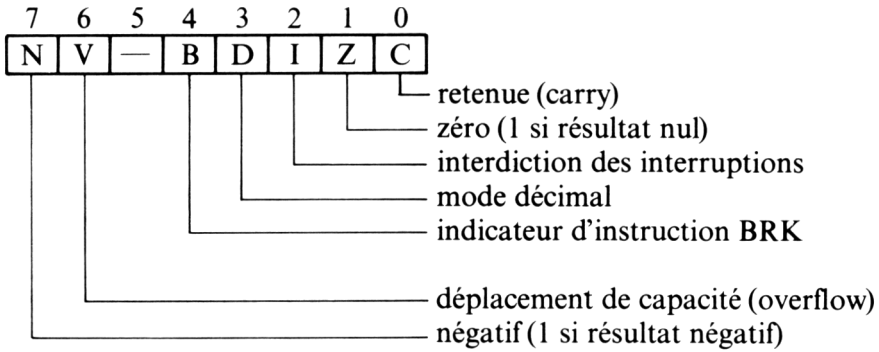
A chaque accès à la mémoire, pour chercher les octets correspondant à l'instruction (un pour le code de l'instruction, un à deux pour les opérandes), le PC est incrémenté. De cette façon, à la fin d'une instruction, il contient toujours l'adresse de la suivante.

● **Le registre d'états P**

Il comporte 8 bits d'indicateurs d'états. Chacun des bits est utilisé pour représenter une condition particulière (égalité ou non, nullité ou non, positif ou nul ou non, retenue ou non...).

Ces bits sont testés lors des instructions de branchement conditionnel (BMI, BPL, BVC, BCC, BCS, BEQ, BVS...).

L'instruction IF condition GOTO du Basic est obtenue en positionnant le bit correspondant à la condition et en testant ce bit par l'instruction de branchement conditionnelle correspondante.




*Contenu du registre d'état*

- **La pile et le pointeur de pile S. La pagination**

Une pile est un ensemble de registres ou de cases mémoires organisé en structure LIFO (dernier entré, premier sorti). Le dernier élément introduit est toujours au sommet de la pile (la comparaison est facile avec une pile d'assiettes par exemple). La présence d'une pile est quasiment indispensable pour gérer les sous-programmes, les interruptions, ou pour stocker un grand nombre de données de manière temporaire.

L'approche suivie par le 6502 est celle d'une pile logicielle (cases mémoires). Le registre S contient l'adresse du sommet de la pile. A la différence des microprocesseurs Intel 8080 ou Zilog Z80, la pile du 6502 est de taille finie. Le registre S ayant une taille de 9 bits, S peut adresser la mémoire comprise entre 256 et 511, avec le bit de gauche à 1. Cette zone mémoire est réservée à cet effet dans l'APPLE II.

La pile correspond à la page 1 de la mémoire du 6502. Celle-ci est divisée en pages de 256 octets. C'est le concept de pagination. Nous verrons au paragraphe 4.3.4, « description de la carte mémoire », l'utilisation de ces différentes pages pour l'APPLE II +.

- **Modes d'adressage du 6502. Registres d'index X et Y**

Le microprocesseur 6502 admet les modes d'adressage suivant :

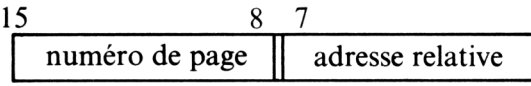
— adressage implicite : sélection des divers registres utilisés par les instructions ;

— adressage immédiat : chargement d'un registre avec une valeur numérique définie à l'avance ;

— adressage absolu : adresses sur 16 bits ;

— adressage en page zéro : adresses sur 8 bits réservées aux données auxquelles on veut pouvoir accéder très rapidement ;

— adressage relatif : l'adresse indiquée est relative à un début de page ;




— adressage indexé : le 6502 ne dispose pas d'un adressage indexé tout à fait général. Il possède deux registres d'index X et Y de 8 bits. Le contenu d'un registre d'index est ajouté si nécessaire à la partie adresse des instructions. Ils permettent d'accéder facilement aux divers éléments d'un tableau ; il existe pour cela des instructions d'incrémentation ou de décrémentation de ces registres, et de test de leurs valeurs par rapport à des contenus de cases mémoires (critères d'arrêt).

L'exemple suivant montre le transfert de N octets entre les adresses DEP et ARR (début de bloc).

```
        LDX #N      ; chargement du nombre dans X
PROCH   LDA DEP, X  ; lecture
        STA ARR, X  ; recopie
        DEX         ; X=X-1
        BNE PROCH   ; branchement si non terminé
```

— adressage indirect : il utilise toujours la page zéro et doit être indexé, soit avant l'indirection, soit après.

## 4.2.3 Tableau des instructions du 6502

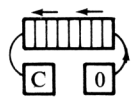
| Mnémonique et description | Opération | Mode d'adressage | Forme assembleur | Code opération | Flags modifiés |
|---|---|---|---|---|---|
| ADC<br>addition de l'accumulateur et du contenu d'une case mémoire et de la retenue (carry) | $A \leftarrow A + M + C$ | immédiat<br>page zéro<br>page zéro, X<br>absolu<br>absolu, X<br>absolu, Y<br>(indirect, X)<br>(indirect), Y | ADC #OPER<br>ADC OPER<br>ADC OPER, X<br>ADC OPER<br>ADC OPER, X<br>ADC OPER, Y<br>ADC (OPER, X)<br>ADC (OPER), Y | 69 XX<br>65 XX<br>75 XX<br>6D XXXX<br>7D XXXX<br>79 XXXX<br>61 XX<br>71 XX | N<br>Z<br>V |
| AND<br>et logique de l'accumulateur et du contenu d'une case mémoire | $A \leftarrow A \wedge M$ | immédiat<br>page zéro<br>page zéro, X<br>absolu<br>absolu, X<br>absolu, Y<br>(indirect, X)<br>(indirect), Y | AND #OPER<br>AND OPER<br>AND OPER, X<br>AND OPER<br>AND OPER, X<br>AND OPER, Y<br>AND (OPER, X)<br>AND (OPER), Y | 29 XX<br>25 XX<br>35 XX<br>2D XXXX<br>3D XXXX<br>39 XXXX<br>21 XX<br>31 XX | N<br>Z |
| ASL<br>déplacement logique vers la gauche de l'accumulateur ou du contenu d'une case mémoire |  | accumulateur<br>page 0<br>page 0, X<br>absolu<br>absolu, X | ASL A<br>ASL OPER<br>ASL OPER, X<br>ASL OPER<br>ASL OPER, X | 0A<br>06 XX<br>16 XX<br>0E XXXX<br>14 XXXX | C<br>N<br>Z |
| BCC<br>branchement s'il n'y a pas de retenue | branchement si $C = 0$ | relatif | BCC OPER | 90 XX | |
| BCS<br>branchement sur retenue | branchement si $C = 1$ | relatif<br>relatif | BCS OPER | B0 XX | |
| BEQ<br>branchement sur résultat nul | branchement si $Z = 1$ | relatif | BEQ OPER | F0 XX | |
| BIT<br>tests de bits de la mémoire avec l'accumulateur | $Z \leftarrow \overline{A \wedge M}$<br>$N \leftarrow M7$<br>$V \leftarrow M6$ | page zéro<br>absolu | BIT OPER<br>BIT OPER | 24 XX<br>2C XXXX | $N = M7$<br>$V = \underline{M6}$<br>$Z = A \wedge M$ |
| BMI<br>branchement sur résultat négatif | branchement si $Z = 1$ | relatif | BMI OPER | 30 XX | |
| BNE<br>branchement sur résultat non nul | branchement si $Z = 0$ | relatif | BNE OPER | D0 XX | |

***Tableau des instructions du 6502 (suite)***

| Mnémonique et description | Opération | Mode d'adressage | Forme assembleur | Code opération | Flags modifiés |
|---|---|---|---|---|---|
| BPL<br>branchement sur résultat positif | branchement si N = 0 | relatif | BPL OPER | 10 XX | |
| BRK<br>création d'une interruption | forcement d'une interruption | implicite | BRK | 00 | I ← 1 |
| BVC<br>branchement si aucun dépassement ne s'est produit | branchement si V = 0 | relatif | BVC OPER | 50 XX | |
| BVS<br>branchement si un dépassement s'est produit | branchement si V = 1 | relatif | BVS OPER | 70 XX | |
| CLC<br>remise à zéro du bit de retenue | C ← 0 | implicite | CLC | 18 | C ← 0 |
| CLD<br>remise à zéro du bit décimal | D ← 0 | implicite | CLD | D8 | D ← 0 |
| CLI<br>autorisation des interruptions | I ← 0 | implicite | CLI | 58 | I ← 0 |
| CLV<br>remise à zéro du bit de dépassement (overflow) | V ← 0 | implicite | CLV | B8 | V ← 0 |
| CMP<br>comparaison des contenus de l'accumulateur et d'une case mémoire. (Le 6502 fait A – M et positionne les bits N, Z, C, selon le résultat, il ne touche pas à l'accumulateur en écriture) | A – M | immédiat<br>page zéro<br>page zéro, X<br>absolu<br>absolu, X<br>absolu, Y<br>(indirect, X)<br>(indirect), Y | CMP #OPER<br>CMP OPER<br>CMP OPER, X<br>CMP OPER<br>CMP OPER, X<br>CMP OPER, Y<br>CMP (OPER, X)<br>CMP (OPER), Y | C9 XX<br>C5 XX<br>D5 XX<br>CD XXXX<br>DD XXXX<br>D9 XXXX<br>C1 XX<br>D1 XX | N<br>Z<br>C |
| CPX<br>comparaison des contenus de X et d'une case mémoire | X – M | immédiat<br>page zéro<br>absolu | CPX #OPER<br>CPX OPER<br>CPX OPER | E0 XX<br>E4 XX<br>EC XXXX | N<br>Z<br>C |
| CPY<br>comparaison des contenus de Y et d'une case mémoire | Y – M | immédiat<br>page zéro<br>absolu | CPY #OPER<br>CPY OPER<br>CPY OPER | C0 XX<br>C4 XX<br>CC XXXX | N<br>Z<br>C |

***Tableau des instructions du 6502 (suite)***

| Mnémonique et description | Opération | Mode d'adressage | Forme assembleur | Code opération | Flags modifiés |
|---|---|---|---|---|---|
| DEC<br>décrémentation du contenu d'une case mémoire de 1 | M←M−1 | page zéro<br>page zéro, X<br>absolu<br>absolu, X | DEC OPER<br>DEC OPER, X<br>DEC OPER<br>DEC OPER, X | C6 XX<br>D6 XX<br>CE XXXX<br>DE XXXX | N<br>Z |
| DEX<br>décrémentation du registre de 1 | X←X−1 | implicite | DEX | CA | N<br>Z |
| DEY<br>décrémentation du registre de 1 | Y←Y−1 | implicite | DEY | 88 | N<br>Z |
| EOR<br>ou exclusif logique entre les contenus de l'accumulateur et d'une case mémoire | A←A⊕M | immédiat<br>page zéro<br>page zéro, X<br>absolu<br>absolu, X<br>absolu, Y<br>(indirect, X)<br>(indirect), Y | EOR #OPER<br>EOR OPER<br>EOR OPER, X<br>EOR OPER<br>EOR OPER, X<br>EOR OPER, Y<br>EOR (OPER, X)<br>EOR (OPER), Y | 49 XX<br>45 XX<br>55 XX<br>4D XXXX<br>5D XXXX<br>59 XXXX<br>41 XX<br>51 XX | N<br>Z |
| INC<br>incrémentation de 1 du contenu d'une case mémoire | M←M+1 | page zéro<br>page zéro, X<br>absolu<br>absolu, X | INC OPER<br>INC OPER, X<br>INC OPER<br>INC OPER, X | E6 XX<br>F6 XX<br>EE XXXX<br>FE XXXX | N<br>Z |
| INX<br>incrémentation du registre index X de 1 | X←X+1 | implicite | INX | E8 | N<br>Z |
| INY<br>incrémentation du registre index Y de 1 | Y←Y+1 | implicite | INY | C8 | N<br>Z |
| JMP<br>branchement inconditionnel | OPER<br>PC←(OPER) | absolu<br>indirect | JMP OPER<br>JMP (OPER) | 4C XXXX<br>6C XXXX | |
| JSR<br>appel de sous-programme :<br>— sauvegarde PC+2 (prochaine instruction au retour)<br>— branchement inconditionnel | PC+2↓pile<br>PC←OPER | absolu<br>absolu | JSR OPER | 20 XXXX | |

***Tableau des instructions du 6502 (suite)***

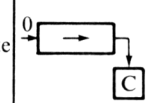
| Mnémonique et description | Opération | Mode d'adressage | Forme assembleur | Code opération | Flags modifiés |
|---|---|---|---|---|---|
| LDA<br>chargement du contenu de l'accumulateur | A←M | immédiat<br>page zéro<br>page zéro, X<br>absolu<br>absolu, X<br>absolu, Y<br>(indirect, X)<br>(indirect), Y | LDA #OPER<br>LDA OPER<br>LDA OPER, X<br>LDA OPER<br>LDA OPER, X<br>LDA OPER, Y<br>LDA (OPER, Y)<br>LDA (OPER), Y | A9 XX<br>A5 XX<br>B5 XX<br>AD XXXX<br>BD XXXX<br>B9 XXXX<br>A1 XX<br>B1 XX | N<br>Z |
| LDX<br>chargement du contenu du registre d'index X | X←M | immédiat<br>page zéro<br>page zéro, Y<br>absolu<br>absolu, Y | LDX #OPER<br>LDX OPER<br>LDX OPER, Y<br>LDX OPER<br>LDX OPER, Y | A2<br>A6<br>B6<br>AE<br>BE | N<br>Z |
| LDY<br>chargement du contenu du registre d'index Y | Y←M | immédiat<br>page zéro<br>page zéro, X<br>absolu<br>absolu, X | LDY #OPER<br>LDY OPER<br>LDY OPER, X<br>LDY OPER<br>LDY OPER, X | AO XX<br>A4 XX<br>B4 XX<br>AC XXXX<br>BC XXXX | N<br>Z |
| LSR<br>décalage d'un cran vers la droite du contenu de<br>— l'accumulateur<br>— d'une case mémoire |  | accumulateur<br>page zéro<br>page zéro, X<br>absolu<br>absolu, X | LSR A<br>LSR OPER<br>LSR OPER, X<br>LSR OPER<br>LSR OPER, X | 4A XX<br>46 XX<br>56 XXXX<br>4E XXXX<br>5E XXXX | N=0<br>Z<br>C |
| NOP<br>instruction blanche (utilisée pour des délais par exemple) | vide | implicite | NOP | EA | |
| ORA<br>ou logique des contenus de l'accumulateur et d'une case mémoire | A A+M<br>∨ | immédiat<br>page zéro<br>page zéro, X<br>absolu<br>absolu, X<br>absolu, Y<br>(indirect, X)<br>(indirect), Y | ORA OPER<br>ORA OPER<br>ORA OPER, X<br>ORA OPER<br>ORA OPER, X<br>ORA OPER, Y<br>ORA (OPER, X)<br>ORA (OPER), 1 | 09 XX<br>05 XX<br>15 XX<br>0D XXXX<br>1D XXXX<br>19 XXXX<br>01 XX<br>11 XX | N<br>Z |
| PHA<br>sauvegarde de l'accumulateur dans la pile | A↓pile | implicite | PHA | 48 | |

***Tableau des instructions du 6502 (suite)***

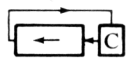
| Mnémonique et description | Opération | Mode d'adressage | Forme assembleur | Code opération | Flags modifiés |
|---|---|---|---|---|---|
| PHP<br>sauvegarde du registre d'états P dans la pile | P ↓ pile | implicite | PHP | 08 | |
| PLA<br>restauration de l'accumulateur à partir de la pile | A ↑ pile | implicite | PLA | 68 | |
| PLP<br>restauration du registre d'états P à partir de la pile | P ↑ pile | implicite | PLP | 28 | P dépilé |
| ROL<br>rotation circulaire d'un cran *via* le bit de retenue vers la gauche du contenu de l'accumulateur ou d'une case mémoire |  | accumulateur<br>page zéro<br>page zéro, X<br>absolu<br>absolu, X | ROL A<br>ROL OPER<br>ROL OPER, X<br>ROL OPER<br>ROL OPER | 2A<br>26 XX<br>36 XX<br>2E XXXX<br>3E XXXX | N<br>Z<br>C |
| ROR<br>rotation circulaire d'une position *via* le bit de retenue vers la droite du contenu de l'accumulateur ou d'une case mémoire | | accumulateur<br>page zéro<br>page zéro, X<br>absolu<br>absolu, X | ROR A<br>ROR OPER<br>ROR OPER, X<br>ROR OPER<br>ROR OPER, X | 6A<br>66 XX<br>76 XX<br>6E XXXX<br>7E XXXX | N<br>Z<br>C |
| RTI<br>retour d'interruption | P ↑ PC ↑ | implicite | RTI | 40 | P restauré |
| RTS<br>retour de sous-programme | PC ↑<br>PC ← PC + 1 | implicite | RTS | 60 | |
| SBC<br>soustraction au contenu de l'accumulateur du contenu d'une case mémoire et du bit de retenue | A ← A − M − C | immédiat<br>page zéro<br>page zéro, X<br>absolu<br>absolu, X<br>absolu, Y<br>(indirect, X)<br>(indirect), Y | SBC OPER<br>SBC OPER<br>SBC OPER, X<br>SBC OPER<br>SBC OPER, X<br>SBC OPER, Y<br>SBC (OPER, X)<br>SBC (OPER), Y | E9 XX<br>E5 XX<br>F5 XX<br>ED XXXX<br>FD XXXX<br>F9 XXXX<br>E1 XX<br>F1 XX | |
| SEC<br>positionnement à 1 du bit de retenue | C ← 1 | implicite | SEC | 38 | C = 1 |

***Tableau des instructions du 6502 (suite)***

| Mnémonique et description | Opération | Mode d'adressage | Forme assembleur | Code opération | Flags modifiés |
|---|---|---|---|---|---|
| SED<br>passage en mode décimal | D 1 | implicite | SED | F8 | C = 1 |
| SEI<br>interdiction des interruptions | I←I | implicite | SEI | 78 | I = 1 |
| STA<br>stockage du contenu de l'accumulateur dans une case mémoire | M←A | page zéro<br>page zéro, X<br>absolu<br>absolu, X<br>absolu, Y<br>(indirect, X)<br>(indirect), Y | STA OPER<br>STA OPER, X<br>STA OPER<br>STA OPER, X<br>STA OPER, Y<br>STA (OPER, X)<br>STA (OPER), Y | 85 XX<br>95 XX<br>8D XXXX<br>9D XXXX<br>89 XXXX<br>81 XX<br>91 XX | |
| STX<br>stockage du contenu du registre index X dans une case mémoire | M←X | page zéro<br>page zéro, Y<br>absolu | STX OPER<br>STX OPER, Y<br>STX OPER | 86 XX<br>96 XX<br>8E XXXX | |
| STY<br>stockage du contenu du registre index Y dans une case mémoire | M←Y | page zéro<br>page zéro, X<br>absolu | STY OPER<br>STY OPER, X<br>STY OPER | 84 XX<br>94 XX<br>8C XXXX | |
| TAX<br>chargement dans le registre d'index X du contenu de l'accumulateur | X←A | implicite | TAX | AA | M<br>Z |
| TAY<br>chargement dans le registre Y du contenu de l'accumulateur | Y←A | implicite | TAY | A8 | N<br>Z |
| TSX<br>chargement dans le registre d'index X du pointeur de pile S | X←S | implicite | TSX | BA | N<br>Z |
| TXA<br>transfert dans l'accumulateur du registre d'index X | A←X | implicite | TXA | 8A | N<br>Z |
| TXS<br>transfert dans le pointeur de pile S du registre d'index X | S←X | implicite | TXS | 9A | |
| TYA<br>transfert dans l'accumulateur du contenu du registre d'index Y | A←Y | implicite | TYA | 98 | N<br>Z |

### 4.2.4 Techniques de base de programmation en assembleur 6502

Le lecteur qui ne connaît que le Basic doit savoir maîtriser les méthodes en assembleur décrites ci-dessous :

- **Branchements**

  - ***Branchement inconditionnel***

L'instruction GOTO no line du Basic est remplacée en assembleur par l'instruction JMP adresse.

  - ***Branchements conditionnels***

Pour remplacer l'instruction IF...GOTO, vous devrez procéder en deux temps :

— faire la comparaison pour établir la condition à tester sur les bits du registre d'états à l'aide de l'une des trois instructions suivantes : CMP, CPX, CPY,

— tester la condition voulue et effectuer le branchement, si elle est vérifiée, à l'aide des instructions BEQ, BMI, BPL, BNE, BCC, BCS, BVC, BVS.

*Exemple* :

```
10 A=PEEK($1000)
20 IF A=PEEK($100) GOTO 100
100 END
```

peut s'écrire :

```
$800  LDA   $1000 /
      CMP   $1001
      BEQ   $10  ┐
      traitement │ $10 octets
      RTS        ┘
```

Pour = on utilise BEQ.
Pour ⟨ ⟩ on utilise BNE.
Pour < on utilise BMI.
Pour > on utilise BPL.

Les autres instructions (BCC, BCS, BVC, BVS) sont liées à l'arithmétique binaire.

## ● Opérations logiques

— OU logique (ORA).
— ET logique (AND).
— OU exclusif logique (EOR).

Elles se font entre le contenu de l'accumulateur et soit une valeur numérique prédéfinie, soit le contenu d'une case mémoire.

OU

| Bit M \ Bit ACC | 0 | 1 |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |

ET

| Bit M \ Bit A | 0 | 1 |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 |

OU EXCLUSIF

| Bit M \ Bit A | 0 | 1 |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |

Leur résultat est dans l'accumulateur et les bits d'états sont positionnés. Il est inutile donc d'utiliser CMP après AND, OR, EOR.

```
10 A=PEEK(1000)
20 IF(A MOD 256)=0 GOTO 100
```

peut s'écrire

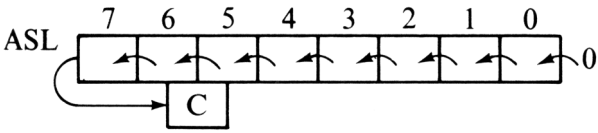
```
LDA   $1000
AND   $OF
BEQ   adresse voulue
```

## ● Opérations de décalage et de rotation

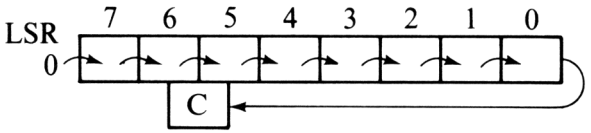
### • *Décalages*

Un décalage déplace le contenu de l'accumulateur (ou d'une case mémoire), d'un bit vers la gauche ou vers la droite. Le bit qui sort du

registre se retrouve dans le bit de retenue ; le bit qui entre de l'autre côté est un zéro.




décalage à gauche (ou multiplication par deux.)

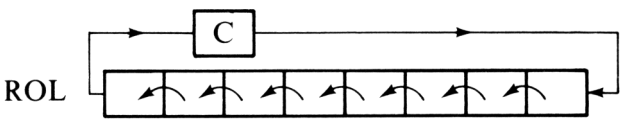



décalage à droite (ou division par deux.)

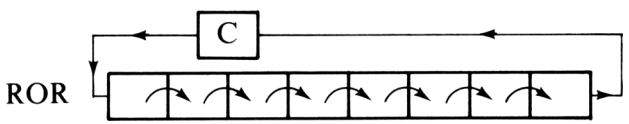
Le microprocesseur 6502 est pauvre en décalages. Il lui manque par exemple des décalages arithmétiques qui conservent le bit sept, ou bit de signe et sont utiles, en arithmétique flottante notamment.

- ***Rotations***

Une rotation réalise, de même, le déplacement du contenu de l'accumulateur (ou d'une case mémoire) d'un bit vers la gauche ou vers la droite. La différence provient du fait que le bit qui entre provient du bit de retenue.




rotation à gauche




rotation à droite

Le microprocesseur 6502 est aussi pauvre en rotations. Il n'admet pas de rotations sur 8 bits, où celui qui sort d'un côté rentre de l'autre côté.

## ● Opérations arithmétiques

Les opérations arithmétiques du 6502 sont au nombre de deux. Ce sont les suivantes :

— ADC addition avec retenue,
— SBC soustraction avec retenue.

Il n'existe pas d'addition sans retenue sur le 6502. C'est un défaut, car il faut exécuter une instruction CLC avant toute addition. De plus il n'existe pas d'instructions d'addition ni de soustraction sur 16 bits comme pour la famille Intel-Zilog. Il est possible d'y arriver toutefois en faisant deux additions successives sur 8 bits, en conservant le bit de retenue.

*Exemple* :

OP1 à l'adresse AD1
OP2 à l'adresse AD2
RES à l'adresse ADR

le programme d'addition sur 16 bits est :

```
CLC
LDA   AD1      } partie basse
ADC   AD2      }
STA   ADR      }
LDA   AD1+1    } partie haute
ADC   AD2+1    }
STA   ADR+1    }
```

Le principe est identique pour la soustraction 16 bits

```
SEC
LDA   AD1      } partie basse
SBC   AD2      }
STA   ADR      }
LDA   AD1+1    } partie haute
SBC   AD2+1    }
STA   ADR+1    }
```

Le microprocesseur 6502 admet les opérations arithmétiques en « mode » hexadécimal et en « mode » DCB (décimal). Le mode de fonctionnement est différent de celui des familles Intel-Zilog.

Pour se mettre en mode hexadécimal, vous devez utiliser l'instruction CLD qui met le bit D à 0. Pour le mode DCB, c'est SED qu'il faudra.

Il n'existe pas d'instruction de multiplication ni de division. Ceci n'est pas un handicap de 6502 car les autres microprocesseurs 8 bits n'en disposent pas non plus. Voici un exemple de programme réalisant la multiplication de deux octets en mémoire, situés aux adresses AD1 et AD2, et rangeant le résultat en AD3.

```
MULTIP  LDA  #0      } initialisation du résultat à 0
        STA  AD3     }
        LDX  #8      } X compteur de décalages
BOUC    LSR  AD2       décalage du multiplicateur
        BCC  VIDE      si le bit est à 0, pas d'addition
        CLC          } si le bit est à 1, addition du mul-
        ADC  AD2     } tiplicande au résultat
VIDE    ROR  A
        ROR  AD3
        DEX          } dernier décalage ?
        BNE  BOUC    }
```

Le même principe peut être utilisé sur 16 bits. Il faut gérer en plus le décalage des 16 bits entre 2 octets.

### ● Sous-programmes

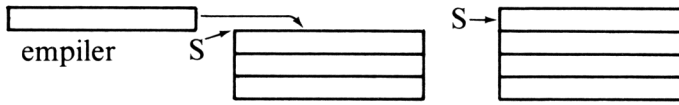
L'instruction GOSUB du Basic est remplacée par CALL adresse.
L'instruction RETURN du Basic est remplacée par RTS adresse.

L'adresse de retour du sous-programme est conservée dans la pile. Ceci implique que tout sous-programme doit laisser la pile propre au retour (on doit retrouver la même pile au retour qu'à l'appel).

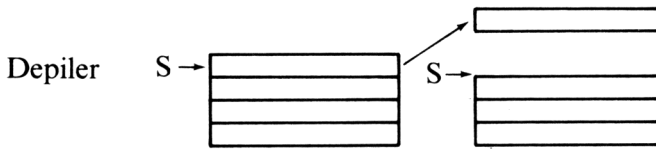
### ● Utilisation de la pile

C'est une facilité offerte au programme assembleur pour stocker des variables locales de courte durée, la présence d'une pile étant quasi obligatoire pour avoir des sous-programmes. Tous les microprocesseurs 8 bits « célèbres » (Motorola 6800, Intel 8080, 8085, Zilog Z80) ont une pile. Il serait stupide de ne pas l'utiliser.

Deux instructions d'empilage sont disponibles : PHA et PHP.




De même deux instructions de dépilage sont disponibles : PLA et PLP.




- **Entrées-sorties**

Les instructions d'entrées-sorties sont des instructions spécialisées pour la gestion des unités d'entrée-sortie. Le microprocesseur 6502 utilise des entrées-sorties projetées en mémoire, ce qui signifie que les boîtiers d'interfaçage sont connectés au bus d'adresses comme une mémoire. Ils sont vus par le programmeur comme des adresses mémoire.

Mais ceci ralentit le traitement des entrées-sorties et il est utile de disposer d'un mécanisme court dont les boîtiers résident en page zéro. Cependant celle-ci est généralement employée par de la RAM et c'est le cas pour l'APPLE II.

### 4.2.5 Conseils au lecteur débutant

Nous vous conseillons de procéder de la façon suivante :

— comprendre les diverses instructions et la structure interne du 6502,
— faire de petits exercices avec le miniassembleur ou LISA,
— utiliser l'assembleur pour créer des sous-programmes appelables en Basic, en exploitant au maximum le moniteur (cf. § 4.3.4),
— étudier en profondeur le moniteur, car il est très performant pour la place occupée.

## 4.3 LE MONITEUR

### 4.3.1 Présentation

Le moniteur est un programme résidant en ROM qui assure les entrées-sorties et offre à l'utilisateur des commandes permettant de mettre au point des programmes en langage machine. Nous allons étudier dans ce paragraphe les points suivants :

— accès au moniteur à partir du Basic,
— commandes du moniteur (examen des registres, de la mémoire, ...),
— miniassembleur et mise au point de programmes,
— carte mémoire de l'APPLE et structure interne du moniteur.

### 4.3.2 Accès au moniteur à partir du Basic

● **Accès au moniteur**

Il existe deux versions du moniteur : la version standard (APPLE II) et la version Autostart (APPLE II +).

Si vous avez un APPLE II standard, vous accédez au moniteur quand vous mettez en route votre système. Dans ce cas, vous voyez en bas et à gauche de l'écran une étoile suivie du curseur clignotant : le moniteur attend votre commande.

Si vous avez un APPLE II + ou si vous voulez retourner au moniteur à partir du Basic Entier ou de l'APPLESOFT, vous devez taper la commande suivante :

```
ou      >
        ]   CALL-151
```

Cette commande correspond à l'appel du sous-programme situé à l'adresse $FF69. Lorsque l'astérisque s'affiche, vous êtes dans le moniteur et il attend votre commande.

● **Sortie du moniteur**

Il existe plusieurs possibilités de sortir du moniteur pour retourner au Basic, ce sont les suivantes :

1. Taper CTRL-C ↵ ce qui rend la main au Basic en ROM en préservant le programme et les variables ;
2. Taper CTRL-B ↵ ce qui rend la main au Basic en ROM en écrasant le programme et les variables ;
3. Taper 3D0G ↵ ce qui rend la main au Basic chargé en mémoire à partir de la disquette en préservant le programme et les variables (équivalent de Ctrl-C pour le retour au Basic non situé en ROM) ;
4. Taper 0G ↵ même chose pour le Basic chargé à partir d'une cassette.

*Les deux dernières possibilités sont utilisées lorsqu'on travaille avec l'*APPLESOFT *sur un* APPLE II *standard.*

Exemples d'utilisation des possibilités d'accès et de sortie du moniteur sur un APPLE II + (APPLESOFT en ROM).

```
*CTRL-B
]LIST
]PRINT V
0
```

sortie du moniteur avec écrasement des variables

```
]10 V=110
]20 PRINT V
]LIST
10  V=110
20  PRINT V
30  RUN
110
```

entrée et exécution d'un programme Basic

```
]   CALL-151
*CTRL-C
]LIST
10  V=110
20  PRINT V
]PRINT V
110
]
```

passage dans le moniteur et retour par Ctrl-C : le programme et les données sont intactes.

### 4.3.3 Les commandes du moniteur

Les commandes du moniteur offrent à l'utilisateur des facilités de mise au point de programmes en langage machine. Parmi celles-ci :

— modification de la mémoire, copie d'une zone mémoire, sauvegarde d'une zone mémoire sur cassette et chargement à partir d'une cassette ;
— création par l'utilisateur de ses commandes ;
— désassemblage d'une zone mémoire, examen des registres...

Le moniteur reconnaît 22 caractères comme commandes. Il n'interprète que le premier caractère de la commande. Les adresses et données doivent être exprimées sous forme hexadécimale (0...9ABCDEF). Les adresses sont représentées par 4 chiffres hexadécimaux, les données par 2 chiffres hexadécimaux. Le moniteur complète les valeurs fournies par des zéros à gauche pour arriver au nombre de chiffres hexadécimaux nécessaires, ou il tronque à gauche si trop de nombres ont été fournis.

- **Examen et modification de la mémoire**

  - ***Examen de la mémoire***

Il est possible d'examiner la mémoire de deux façons :

— soit octet ou bloc de 8 octets à la fois (ce que nous appellerons au pas à pas) ;
— soit directement des octets d'une zone mémoire comprise entre deux adresses.

* EXAMEN PAS A PAS

Pour examiner le contenu d'un octet situé à une adresse donnée, il suffit de taper cette adresse lorsque vous avez la main : le moniteur affiche alors la valeur de l'octet.

Par exemple si vous tapez *ABCD
Le moniteur répond ABCD – D7 = contenu de l'octet d'adresse ABCD.
*

Le moniteur a alors initialisé un pointeur sur la mémoire à la valeur ABCD.

Pour examiner les octets suivants, il suffit de taper Return. Le moniteur affiche alors les octets suivants, jusqu'à la fin du bloc de 8 octets dans lequel on est situé.

Par exemple si vous tapez *ABCD
ABCD – D7
Puis *RETURN
Le moniteur affiche A5D6
*

Si vous rappuyez sur Return, alors que le pointeur est en début d'un bloc de 8 octets, il affichera l'adresse du début du bloc et les valeurs des 8 octets.

Dans l'exemple ci-dessus, si vous tapez encore Return, le moniteur affichera :

ABD0 – 30 40 50 60 20 10 00 70
*

Pour continuer l'affichage des blocs suivants, il suffira de taper Return autant de fois que cela sera nécessaire.

### * EXAMEN D'UNE ZONE MÉMOIRE

Il est possible d'examiner une zone mémoire de taille supérieure à celle d'un bloc de 8 octets. Pour cela, il suffit :

— soit de donner les adresses de début et de fin de zone ;
— soit de donner l'adresse de fin de zone, l'adresse de début de zone étant prise par défaut égale au pointeur.

Si vous tapez par exemple : *E015.E025
Le moniteur vous répondra :

E015 – 4C ED FD fin du bloc de 8 octets courants
E018 – A9 2O C5 24 B0 0C A9 8D
E020 – A0 07 20 ED FD A9 adresse de fin E025
*

Le moniteur affiche donc :

— l'adresse de départ suivi du nombre d'octets nécessaires pour arriver au prochain bloc de 8 octets,
— tous les blocs de 8 octets dans lesquels ne se situe pas l'adresse de fin de la zone,

— l'adresse de début du dernier bloc et le nombre d'octets nécessaires pour arriver à l'adresse de fin de la zone.

Si vous voulez continuer à examiner la suite de la mémoire, il vous suffit de taper

.adresse de fin.

Dans l'exemple ci-dessous :

```
si vous tapez :          *.E028
Le moniteur affichera :  E026  AA  AB  AC
                         *
```

*Il est souvent indispensable d'arrêter le défilement sur l'écran. Pour cela, il suffit de taper* CTRL-S. *Pour reprendre le défilement, il suffit de taper un blanc.*

- ***Modification de la mémoire***

Il est possible de modifier la mémoire de deux façons :

— soit octet par octet,
— soit plusieurs octets consécutifs en mémoire.

* MODIFICATION D'UN OCTET PAS À PAS

Si vous voulez modifier le contenu d'une adresse mémoire, il faut initialiser le pointeur vers la mémoire, et ensuite modifier l'octet situé à cette adresse.

Par exemple si vous voulez mettre la valeur AA à l'adresse 0, vous devez taper

```
*0       adresse à initialiser
0000-XX
*:AA     valeur à mettre
```

Vérifiez ! tapez 0. Le moniteur affichera la valeur et vous constaterez que la valeur a bien été modifiée

```
*0
0000-AA
*
```

Si vous voulez maintenant modifier la valeur de l'adresse suivante (ici égale à 1), il vous suffit de taper : et la valeur à positionner (le pointeur

a déjà été initialisé à 0 et incrémenté lorsque l'on a mis AA à l'adresse 0 ; il est égal à 1).

```
*:AB
```

De nouveau le pointeur a été incrémenté, et il suffit de taper les nouvelles valeurs les unes après les autres.

Vous pouvez faire les deux opérations d'initialisation du pointeur et de modification de la valeur de l'octet en une commande.

Dans l'exemple ci-dessus, au lieu de taper les deux commandes :

```
*0
```

et

```
*:AA
```

Vous auriez pu taper seulement la commande suivante :

```
*0:AA
```

Le résultat obtenu est le même.

### * MODIFICATION DE PLUSIEURS OCTETS CONSÉCUTIFS EN MÉMOIRE

Il serait fastidieux d'avoir à taper pour chaque octet :

```
: valeur
```

Le moniteur vous autorise à taper plusieurs valeurs à la suite l'une de l'autre. Par exemple si vous tapez :

```
*3000:00  01  02  03  04  05  06  07  08  09  0A
```

Vous obtiendrez en mémoire après l'exécution de la commande :

```
3000  00
3001  01
3002  02
3003  03
3004  04
3005  05
3006  06
3007  07
3008  08
3009  09
300A  0A
```

Vérifiez ! tapez la commande suivante :

```
*3000.300A
```

Le moniteur vous répondra :

```
3000-00  01  02  03  04  05  06  07
3008-08  09  0A
*
```

Le moniteur accepte jusqu'à 83 valeurs si le pointeur est initialisé et jusqu'à 84 valeurs si le pointeur n'est pas initialisé. Toutefois, nous vous déconseillons fortement de taper autant de valeurs, car le risque d'erreur se trouve fortement augmenté.

### ● Recopie et comparaison de zones mémoire

Il est possible de traiter des zones mémoire comme des entités propres. Le moniteur vous autorise à recopier une zone mémoire, à comparer deux zones mémoires.

#### • *Recopie d'une zone mémoire*

Pour recopier une zone mémoire, le moniteur doit connaître les paramètres suivants :

— adresses de début et de fin de la zone mémoire à recopier,
— adresse destinatrice à laquelle on va recopier la zone mémoire.

Le format de la commande est le suivant :

$$\left\{\begin{array}{c}\text{adresse}\\ \text{destinatrice}\end{array}\right\} < \left\{\begin{array}{c}\text{adresse de}\\ \text{début}\end{array}\right\} . \left\{\begin{array}{c}\text{adresse de}\\ \text{fin}\end{array}\right\} \text{ Move}$$

Par exemple si vous tapez la commande suivante :

```
*10<0.F Move
```

Le moniteur recopiera les 16 octets situés aux adresses 0 à F à partir de l'adresse /0.

Si vous tapez les commandes

```
*0.F
```

et

```
*10.1F
```

le résultat obtenu est le même.

Lorsque le moniteur recopie la zone, il ne modifie pas la zone qu'il recopie. Si l'adresse de fin de la zone à recopier est inférieure ou égale à l'adresse de début, le moniteur ne recopiera que le premier octet de la zone.

Si l'adresse destinatrice est comprise entre l'adresse de début de la zone à recopier et l'adresse de fin de cette même zone, le début de la zone sera recopié un certain nombre de fois, écrasant le reste de la zone (cf. § 4.3.3).

- ***Comparaison de deux zones mémoires***

Vous pouvez utiliser le moniteur pour comparer deux zones mémoire. Cette possibilité est utile lorsque, par exemple, on sauvegarde une zone mémoire sur cassette et que l'on veut vérifier que la sauvegarde est bonne (cf. § 4.3.3).

Le format de cette commande est le même que la précédente :

{adresse destinatrice / zone de référence} < {adresse de début de la zone à comparer} . {adresse de fin de la zone à comparer} Verify

Par exemple, si vous tapez la commande suivante :

```
*10<0.F Verify
```

Après avoir tapé

```
*10<0.F Move
```

Le moniteur doit rendre la main sans rien signaler si la recopie s'est bien passée.

Par contre, si vous tapez les commandes suivantes :

```
*00:0A
*10<0.FM
*1A:1A
*10<0.FV
```

Le moniteur affichera sur l'écran

```
000A-0A (1A)
```

Pour chaque différence obtenue durant la comparaison, le moniteur affiche :

— l'adresse située entre les adresses du début et de fin de la zone à comparer ;

— la valeur trouvée à cette adresse et, entre parenthèses, la valeur trouvée à l'adresse correspondante dans l'autre zone.

*Vous devez toujours mettre l'adresse de la zone dont vous êtes sûr à gauche du chevron <. De cette façon, vous connaîtrez les adresses où se situent les erreurs et non les adresses où se situent les bonnes valeurs.*

- ***Initialisation d'une zone mémoire***

La commande Move permet d'initialiser une zone mémoire. En effet initialiser une zone mémoire correspond à recopier un octet autant de fois que nécessaire.

Supposons que nous voulions initialiser la zone mémoire comprise entre les adresses 0 et FF. Montrons que l'exécution des commandes suivantes :

```
*0:0
*1<0.FEM
```

suffit à initialiser la zone à zéro.

La première commande initialise l'octet d'adresse zéro à la valeur zéro (cf. § 4.3.3).

La deuxième commande recopie la valeur de l'octet d'adresse zéro à l'adresse un. L'octet d'adresse un passe à la valeur zéro. L'octet d'adresse un est recopié à l'adresse deux et ainsi de suite. Tous les octets d'adresse, compris entre 0 et FF, sont donc initialisés à zéro.

Il est possible de reproduire de la même façon des structures de taille supérieure à 1 octet.

Supposons que nous voulions initialiser la zone comprise entre les adresses 0 et 256 de la manière suivante :

```
0 1 2 3 4 5 6 7 0...7 0...7 0...7 0...7...0...7
c'est-à-dire (0...7) autant de fois que possible
```

Pour cela tapons les commandes suivantes :

```
*0:0 1 2 3 4 5 6 7
*8<0.F7M
```

Après les 8 premières recopies, la structure a été recopiée aux adresses 8 à F. Après les 8 recopies suivantes, la structure a été recopiée aux adresses 10 à 17 ; etc...

L'adresse destinatrice est égale à l'adresse du début de la zone à initialiser ajoutée de la longueur de la structure. L'adresse de fin de zone est celle de fin de la zone à initialiser moins la longueur de la structure.

D'une manière générale, pour initialiser une zone avec une structure de longueur n, il faut :

— initialiser les n premiers octets de la zone avec la structure,
— taper la commande

{ début zone + n } < { début zone } { fin zone − n } M

Il est possible avec le même principe de vérifier qu'une zone a bien été initialisée en utilisant la commande Verify.

{ début zone + n } < { début zone } { fin zone − n } V

- **Sauvegarde et restauration d'une zone mémoire**

Le moniteur a deux commandes spéciales qui vous permettent de sauvegarder une zone mémoire sur cassette et de restaurer pour un usage ultérieur. Cette zone mémoire peut contenir par exemple un sous-programme en langage machine 6502 ou une forme graphique haute résolution. Toutefois pour les possesseurs du DOS, il est préférable de l'utiliser pour une question de vitesse et de sécurité.

- ***Sauvegarde d'une zone mémoire sur cassette***

La commande WRITE de sauvegarde d'une zone mémoire sur cassette a le format suivant :

{ adresse de début }.{ adresse de fin } W

Par exemple la commande

*0.FFFFW

sauvegardera 64 K octets sur une cassette.

Pour faire une sauvegarde, vous devez respecter le scénario suivant :
— mettre le magnétophone en position enregistrement,
— laisser tourner la bande quelques secondes,
— taper la commande.

Le moniteur écrit alors un en-tête de 10 s sur la cassette, puis les données. Il écrit à la fin un octet qui est égal à la somme de tous les octets écrits, tronquée sur 8 bits.

Lorsqu'il a fini, le moniteur émet un top et rend la main à l'utilisateur.

Le moniteur envoie environ 1 350 bits par seconde sur la cassette, soit 4 K octets en 35 s.

*Le moniteur ne sait pas si le magnétophone est prêt ou même si un magnétophone est connecté. C'est à l'utilisateur de vérifier si tout est prêt du côté magnétophone.*

- ***Restauration d'une zone mémoire à partir d'une cassette***

La commande READ permet de restaurer les données enregistrées sur cassette en mémoire. La zone de chargement n'est pas forcément située à la même adresse que la zone mémoire que l'on a sauvegardée. Le format de la commande Read est le suivant : vous devez fournir au moniteur l'adresse où doit être chargé le premier octet lu sur la cassette et l'adresse où doit être chargé le dernier octet lu. Ces deux adresses doivent être séparées par un point comme suit :

$$\left\{\begin{array}{c}\text{adresse de}\\ \text{début}\end{array}\right\}.\left\{\begin{array}{c}\text{adresse de}\\ \text{fin}\end{array}\right\}\ \text{R}$$

Pour lire une cassette, vous devez faire les opérations suivantes :

1. Placer la cassette après le début de l'en-tête de 10 s placé par le moniteur avant les données : il suffit pour cela d'écouter la cassette, l'en-tête étant la seule partie de la cassette qui ne donne pas l'impression d'un bruit (comme les données).

2. Taper la commande : le moniteur se met en attente des informations arrivant de la disquette ; il lui faut environ 3 s d'en-tête pour se synchroniser avec la cassette.

3. Appuyer sur la touche PLAY ou : le moniteur charge alors les données en mémoire. Si le moniteur trouve une erreur il affiche ERR ; sinon il n'affiche rien. Lorsqu'il a fini, le moniteur envoie un « beep » au haut-parleur et rend la main à l'utilisateur.

*Le moniteur ne sait pas si le magnétophone est prêt, ou même s'il y a un magnétophone branché sur l'*APPLE. *C'est à l'utilisateur de vérifier que tout est prêt du côté magnétophone. Le moniteur reste bloqué tant qu'il ne s'est pas synchronisé avec la cassette.*

Si vous tapez par exemple la commande :

*200.300 R

le moniteur chargera les 257 octets à partir de la cassette.

Quelles sont les sources d'erreur pendant une lecture de la cassette ?

— longueur d'en-tête inférieure à 3 s ;

— longueur à recopier différente de la longueur sauvegardée sur la cassette ;

— cassette abîmée ou effacée ;

— erreur durant l'écriture de la cassette.

Comment sont détectées les deux premières erreurs ? Le dernier octet écrit par le moniteur est un octet calculé en fonction des octets précédemment écrits. En cas d'erreur, l'octet calculé à la lecture des octets de la cassette sera différent de l'octet, lu sauf pure coïncidence.

Dans le premier cas, vous pouvez écouter la cassette. Si vous trouvez que l'en-tête est effectivement inférieur à 3 s, il vous faudra refaire la cassette (ou juste une partie si la cassette sert plusieurs fois). Sinon réessayer. Le chargement doit bien se passer.

Pour éviter le second cas, nous vous conseillons de marquer sur la cassette les enregistrements qui y ont été faits.

Le meilleur moyen pour ne pas avoir de problème est d'essayer de faire une lecture de la cassette tant que la zone mémoire que l'on a sauvegardée n'a pas été effacée (cf. 4.3.3). Ainsi vous pourrez refaire la manipulation autant de fois que nécessaire.

• ***Sauvegarde d'une mémoire sur disquette***

Si vous avez une unité de disquette, sauvegarder une zone mémoire est plus rapide et plus facile qu'avec une cassette. Vous devez l'utiliser chaque fois que possible.

Pour sauvegarder une zone mémoire, vous devez sortir du moniteur et vous placer dans le Basic, avec le DOS en mémoire (taper CTRL-C).

*Exemple* : Pour sauvegarder la zone mémoire d'adresse $200, de longueur 200 dans le fichier SPMACH (disquette de volume 254, drive 1 du slot 6), vous devez taper la commande :

**BSAVE SPMACH, A$200, L200, S6, D1, V254**

La longueur maximum qui peut être sauvegardée est de 32 K octets. BSAVE vous autorise à taper les constantes en base décimale ou hexa-

décimale. Dans ce cas, n'oubliez pas de faire précéder les constantes par un dollar $.

Les trois derniers paramètres sont facultatifs.

- ***Restauration de la mémoire à partir d'une disquette***

Pour charger en mémoire le contenu d'un fichier, vous devez utiliser la commande BLOAD du DOS.

Par exemple si vous tapez :

**BLOAD SPMACH, A$290, L200, S6, D1, V254**

le DOS chargera à l'adresse $290, le fichier SPMACH.

L'adresse figurant dans la commande est l'adresse à laquelle on doit charger le fichier. Si cette adresse ne figure pas dans la commande, le fichier est chargé à l'adresse qui figurait dans le BSAVE. La longueur est un paramètre optionnel, le DOS arrêtant de recopier le fichier lorsqu'il arrive à sa fin.

*Lorsque vous chargez un fichier en mémoire, il écrase une zone mémoire. Faites attention à ne pas écraser le* DOS, *les pages graphiques, le programme et les variables Basic. Ou même l'interpréteur Basic si celui-ci ne figure pas en* ROM (*exemple* APPLESOFT *chargé à partir d'une disquette*).

- ***Vérification de la mémoire sauvegardée sur un périphérique***

Pour être sûr de la sauvegarde que vous venez de faire, il existe une méthode qui consiste à relire tout de suite les données sauvegardées, à les charger en mémoire à une adresse différente de l'adresse de la zone que l'on a sauvegardée, et à comparer les deux zones à l'aide de la commande Verify du moniteur.

Nous donnons deux exemples d'application qui peuvent s'appliquer pour un sous-programme assembleur, une structure graphique ou toute autre donnée.

* CASSETTE

Si vous utilisez les cassettes pour sauvegarder des zones mémoires, la première étape est de sauvegarder la zone mémoire avec la commande Write.

Tapez par exemple :

```
*500.5FF W
```

Le moniteur sauvegarde les octets situés entre les adresses $500 et 45FF sur cassette. Lorsqu'il a fini, le haut-parleur émet un « beep ». Vous devez alors rembobiner la bande jusqu'au début de l'en-tête sonore, et taper une commande ordonnant au moniteur de charger la cassette en mémoire. Supposons que la zone mémoire 400.4FF soit libre. Vous pouvez taper la commande suivante

```
*$400.4FFR
```

Nous avons alors en mémoire :

— entre les adresses $400 et $4FF les données lues à partir de la cassette,
— entre les adresses $500 et $5FF les données de référence.

Nous allons comparer les deux zones. Pour cela tapez la commande :

```
*500<400.4FFV
```

Le moniteur compare alors les deux zones. S'il ne trouve pas d'erreur, vous pouvez considérer la cassette comme bonne, sinon vous devrez recommencer la sauvegarde.

```
* DISQUETTE
```

Le principe est le même pour les disquettes où il faut avoir le DOS en mémoire et être sous Basic.

Tapez alors les commandes :

| | |
|---|---|
| BSAVE MEMOIRE, A$500, L$FF | sauvegarde zone mémoire |
| BLOAD MEMOIRE, A$400 | restauration de la zone à une autre adresse |
| CALL – 151 | passage dans le moniteur |
| *500<400.4FFV | comparaison des deux zones |

Si le moniteur ne trouve pas de différences, vous pouvez alors être sûr que le fichier est la représentation exacte de la zone mémoire sauvegardée. Sinon revenez au Basic (CTRL-C (ou 3DOG)) et refaites la sauvegarde.

- **Mise au point de programmes en langage machine et en assembleur**

Le moniteur offre à l'utilisateur de nombreuses aides à la mise au point de sous-programmes assembleurs et en langage machine. Toutefois certaines de ces possibilités (miniassembleur, possibilité d'exécution pas à pas...) ne sont disponibles qu'avec la version standard du moniteur (APPLE II standard) et ne sont pas accessibles avec la version ROM autostart pour une question de taille. Nous allons étudier dans ce paragraphe chacune de ces possibilités en précisant si elles sont disponibles ou non avec la ROM autostart (APPLE II +).

- ***Examen et modification des registres du microprocesseur 6502***

Le moniteur réserve 5 adresses dans la mémoire pour sauvegarder les 5 registres du microprocesseur 6502 : A, X, Y, P (état du microprocesseur), S (pointeur de pile). La commande Examine, que l'on fait exécuter au moniteur en tapant CTRL-E, ordonne au moniteur d'afficher le contenu de ces adresses et de positionner le pointeur mémoire vers la première de ces adresses.

Si vous tapez la commande suivante :

```
*CTRL-E
```

le moniteur affichera le contenu des registres selon le format suivant :

```
A=XX  X=XX  Y=XX  P=XX  S=XX
```

Le moniteur vous autorise à modifier le contenu des 5 registres du 6502. Tapez CTRL-E ; le moniteur affiche le contenu des registres et positionne le pointeur mémoire vers la première de ces adresses. Il vous suffit donc de modifier le contenu de ces adresses.

Supposons que les contenus des registres soient respectivement $B0 $FF $FE/$30 $F8 et que vous vouliez mettre l'accumulateur A à la valeur $FF et le registre d'index Y à la valeur $AA. Le processus à suivre est le suivant :

```
*CTRL-E ↵
A=B0  X=FF  Y=FE  P=30  S=F8
*:FF        FF      AA
```

vérifiez

```
*CTRL-E
A=FF  X=XX  Y=AA  P=30  S=F8
```

Le moniteur chargera les octets correspondants à ces adresses dans les registres correspondant avant de redonner la main au programme utilisateur que vous voulez exécuter ou mettre au point (commandes G, S, T ci-dessous).

*Si vous vouliez seulement modifier le pointeur de pile, il vous faut tout de même redonner les valeurs des registres précédents (dans la liste). En effet, lorsque vous tapez* CTRL-E, *le moniteur initialise le pointeur vers la mémoire avec l'adresse correspondant à l'accumulateur. Pour accéder au pointeur de pile, qui est la cinquième adresse, il faut modifier le pointeur en modifiant les adresses précédentes.*

*Par exemple, si vous voulez mettre la valeur* 00 *dans le pointeur de pile, vous devez taper les commandes* :

```
*CTRL-E
A=FF  X=FF  Y=AA  P=30  S=F8
 *:FF    FF    AA    30    00
valeur valeur valeur valeur nouvelle valeur
 de A   de X   de Y   de P      de S
```

- ***Création et exécution d'un programme en langage machine***

Il est facile de rentrer en mémoire un programme en langage machine. Préparez les codes à mettre en mémoire. Vous entrez ensuite les codes en mémoire en utilisant les commandes de modification de la mémoire. Nous vous conseillons fortement de sauvegarder ensuite la zone mémoire dans laquelle se situe le programme sur cassette ou disquette.

Vous voulez maintenant essayer votre programme. Nous supposerons dans les explications suivantes que votre programme commence à l'adresse $8000. Pour lancer votre programme, tapez la commande :

```
*8000G
```

Le moniteur restaure alors les registres à partir des adresses où ils sont normalement sauvegardés. Si par exemple, vous avez modifié les registres avant de commencer l'exécution de votre programme, c'est à ce moment précis qu'ils sont restaurés. Il appelle ensuite votre programme, qu'il considère comme un sous-programme, en utilisant l'instruction JSR. Votre programme prend alors le contrôle du microprocesseur et s'exécute.

Afin que le moniteur reprenne le contrôle après l'exécution de votre programme, la dernière instruction doit être l'instruction RTS (retour à partir d'un sous-programme dans le programme principal). Sinon il vous faudra relancer votre APPLE.

Le format général de l'instruction GO est le suivant :

{ adresse de début } G

Voici deux exemples de la commande GO :

*Exemple* 1 : Lorsque vous avez un APPLE II standard et que vous avez chargé l'APPLESOFT à partir d'une disquette, vous devez taper la commande 3DOG pour revenir à l'APPLESOFT à partir du moniteur. Cette commande correspond à un branchement vers l'adresse $3D0 où se trouve l'instruction JMP (aller à l'adresse) vers le DOS.

*Exemple* 2 : Si vous tapez les commandes suivantes :

```
(entrée des instructions)
        *300:A9 C1 20 ED FD 18 69 01 C9 DB D0 F6 60
(vérification)
        *300.30C
        0300-A9  C1  20  ED  FD  18  69  01
        0308-C9  DB  D0  F6  60
(sauvegarde)
        *300.30CW
(exécution)
        *300G
        ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
        *
```

vous entrez en mémoire le programme à exécuter, le vérifiez, le sauvegardez, et l'exécutez.

C'est le scénario à suivre de manière générale.

- ***Désassemblage d'un programme en langage machine***

Le moniteur offre à l'utilisateur la possibilité d'avoir un listing du sous-programme langage machine en mémoire, le listing étant présenté sous forme d'instruction assembleur. Au lieu d'avoir à retrouver les instructions selon les codes qui comprennent un, deux ou trois octets, la commande List fait cette décomposition et recherche le mnémonique correspondant, pour 20 instructions.

Le format de la commande est le suivant :

{ adresse de début } L

Le moniteur utilise le pointeur de programme (registre interne au microprocesseur) comme pointeur vers la prochaine instruction à désassembler. Il n'est donc utile de préciser l'adresse de début que la première fois, lors du désassemblage d'une zone mémoire.

Dans l'exemple ci-dessus, si vous tapez la commande suivante *300L, le moniteur affichera :

```
0300 – A9  C1      LDA  #$C1
0302 – 20  ED FD   JSR  #FDED
0305 – 18  E       CLC
0306 – 69  01      ADC  #$01
0308 – C9  DB      CMP  #$DB
030A – D0  F6      BNE  $0302
030C – 60          RTS
030D – A3          ??   fin du programme, la suite ne nous
                        intéresse pas
030E – 00          BRK
```

- ***Le miniassembleur***

Si vous avez un APPLE II standard, ou une carte langage (utiliser INT), vous pourrez écrire des programmes en assembleur. Celui-ci réside dans la même ROM que le Basic Entier et n'est pas disponible avec l'APPLESOFT.

Le miniassembleur vous permet d'entrer en machine les mnémoniques des instructions. Il n'accepte pas les symboles. Vous devez donc entrer les adresses directement sous forme hexadécimale.

* ACCÈS AU MINIASSEMBLEUR

Le point d'entrée du miniassembleur est à l'adresse $F666. Pour accéder au miniassembleur à partir du moniteur vous devez donc taper la commande :

```
*F666G
```

Pour accéder au miniassembleur à partir d'un Basic (Basic Entier en ROM ou APPLESOFT sur disque ou cassette), vous devez appeler le sous-programme situé à l'adresse –2458 (version décimale de l'adresse $F666) et donc taper :

```
>
] CALL –2458
–
```

Le miniassembleur affichera alors un point d'exclamation !

*Le miniassembleur existe maintenant sur disquette pour les utilisateurs de l'*APPLE II +. *Il est possible de l'obtenir à partir du fichier* INT *Basic fourni avec le* DOS 3.3, *copie des* ROM *basic entier.*

### * ACCÈS AUX COMMANDES DU MONITEUR A PARTIR DU MINIASSEMBLEUR

Il est possible d'accéder aux commandes du moniteur à partir du miniassembleur. Pour cela il vous suffit de taper le caractère $, avant de taper votre commande.

Si vous voulez par exemple désassembler les instructions se situant à l'adresse $300, il vous faudra taper la commande :

```
!$300L
```

### * SORTIE DU MINIASSEMBLEUR

Pour quitter le miniassembleur, utilisez les commandes du moniteur.

Pour revenir au Basic, tapez selon le cas l'une des quatre commandes suivantes :

```
!$CTRL-B
!$CTRL-C
!$3DOG      APPLESOFT chargé à partir d'une disquette
!$OG        APPLESOFT chargé à partir d'une cassette
```

Pour revenir au moniteur, utilisez la commande !SFF69G ou alors appuyez sur la touche RESET.

### * INSTRUCTIONS

Le miniassembleur gère un pointeur vers la prochaine instruction à assembler qui est différent de celui du moniteur. Vous aurez donc à l'initialiser lorsque vous introduirez la première instruction à assembler.

Par exemple si vous voulez mettre l'instruction BRK à l'adresse $300, vous devrez utiliser la commande suivante :

```
!300 : BRK
```

Si vous voulez faire suivre cette instruction par une autre, il est inutile de calculer l'adresse de la nouvelle instruction, le miniassembleur le faisant automatiquement. Vous devez par contre laisser un blanc entre le point

d'exclamation et l'instruction à assembler. Le format des instructions acceptées par le miniassembleur est le suivant :

! mnémonique sur 3 lettres opérandes.

Lorsque la ligne est tapée, le miniassembleur l'analyse. S'il ne trouve pas d'erreur, il incrémente le pointeur vers la prochaine instruction et rend la main à l'utilisateur en affichant un point d'exclamation. Sinon le miniassembleur émet un « beep » et affiche un accent circonflexe sous le premier caractère incriminé. Puis il attend que l'utilisateur retape l'instruction.

Le format de (ou des) opérandes est imposé selon l'instruction et le mode d'adressage. Le microprocesseur 6502 possède onze modes d'adressage possibles.

Il n'y a toutefois que six formats acceptés par le miniassembleur pour le ou les opérandes.

Ce sont les suivants :

| Mode d'adressage | Format | N° de format |
|---|---|---|
| Accumulateur | | |
| implicite | | |
| immédiat | # $ valeur | 1 |
| absolu | $ valeur | 2 |
| absolu indexé | $ valeur, X | 3 |
| | $ valeur, Y | 4 |
| page zéro | $ valeur | 2 |
| page zéro indexé | $ valeur, X | 3 |
| | $ valeur, Y | 4 |
| relatif | $ valeur | 2 |
| indexé indirect | ($ valeur, X) | 5 |
| indirect indexé | ($ valeur), Y | 6 |

Le choix entre le mode absolu et le mode page zéro se fait d'après la valeur de l'opérande. Si elle est inférieure, le mode d'adressage page 0 est choisi, sinon le mode absolu est choisi.

• ***Mise au point des programmes***

Parallèlement au miniassembleur, la version standard du moniteur offre à l'utilisateur deux commandes pour faire exécuter ses programmes pas à pas, en gardant une trace des registres.

— La commande Step qui permet d'exécuter un programme en gardant une trace des registres.

— La commande Trace qui permet d'exécuter un programme en gardant une trace des registres.

Ces deux commandes ne sont pas offertes avec le ROM autostart.

## * EXÉCUTION D'UN PROGRAMME PAS À PAS

Pour tester un programme assembleur, il est souvent utile d'exécuter une partie du programme instruction par instruction, et de regarder le résultat après chaque instruction. C'est le rôle rempli par la commande Step dont le format est le suivant :

{ adresse de l'instruction à exécuter } S

Pour chaque commande S, le moniteur affiche l'instruction à exécuter, sous ses formes langage machine et mnémonique assembleur. Il l'exécute ensuite et incrémente le pointeur de programme pour qu'il pointe sur l'instruction suivante. Vous n'avez donc à taper l'adresse de l'instruction que pour la première instruction à exécuter dans la série. L'enchaînement se fait automatiquement.

Lorsque l'instruction a été traitée par le 6502, le moniteur affiche les registres du 6502 et rend la main à l'utilisateur. Celui-ci peut alors modifier les registres. Ils seront pris en compte lors de la prochaine commande S, GO, ou Trace.

Si par exemple vous voulez tester le programme suivant :

```
300 - A2 02     LDX  #102
302 - B5 00     LDA  00,X
304 - 95 10     STA  10,X
306 - CA        DEX
307 - 8D 30 C0  STA  C030
30A - 10 F6     BPL  0302
30C - 60        RTS
```

vous devez taper la commande suivante :

*300S

le moniteur affiche alors :

0300–A2 02 LDX ≠ $02
A=0A X=02 Y=D8 P=30 S=F8

Si vous voulez continuer à exécuter les instructions suivantes, vous devez taper la commande S autant de fois que d'instructions à traiter.

Il est possible entre deux commandes S d'utiliser les autres commandes du moniteur pour examiner et modifier la mémoire ou les registres, activer une imprimante, passer à l'écran en mode inverse ou normal.

### * TRACE DURANT L'EXÉCUTION D'UN PROGRAMME

Pour les programmes qui sont trop longs à traiter pas à pas, le moniteur offre à l'utilisateur la possibilité d'avoir une trace de l'exécution d'un programme. Le format de la commande Trace est le suivant :

{ adresse de début du programme à « tracer » } T

L'adresse de début n'a pas à être fournie au moniteur si elle a été positionnée par la commande Step par exemple. La Trace du programme s'arrêtera seulement si le moniteur rencontre une instruction BRK (code 00) ou si vous avez appuyé sur la touche Reset.

Le format de l'affichage est le même que pour la commande Step, l'instruction en code machine avec mnémonique et opérandes correspondants, et les registres à la fin de l'instruction.

*Les commandes du moniteur* S, L, T, G *utilisent le même pointeur.*

- ***Exemple de création d'un programme assembleur avec le moniteur***

Nous vous donnons ci-dessous un exemple de mise au point d'un sous-programme assembleur pour l'affichage d'un point (instruction PLOT en Basic). Les coordonnées sont données par la lecture des manettes de jeu, à l'aide du miniassembleur et des commandes du moniteur dans sa version standard.

Entrons d'abord dans le miniassembleur.

Pour cela, tapez CALL-2458 si vous travaillez en Basic Entier, INT et CALL-2458 si vous avez la carte langage. Lorsque le point d'excla-

mation est affiché, le miniassembleur attend vos commandes. Tapez alors les suivantes :

```
0304- LDA   $C050          (Return)
0307- LDA   $C053
030A- LDA   $C054
030D- LDA   $C056
0310- JSR   $FB46
0313- LDA   #$99
0315- STA   $30
0317- LDX   #$00
0319- JSR   $FB1E
031C- CPY   #$27
031E- BCC   $0322
0320- LDY   #$27
0322- STY   $0300
0325- LDA   #$50
0327- JSR   $FCA8
032A- LDX   #$01
032C- JSR   $FB1E
032F- CPY   #$27
0331- BCC   $0335
0333- LDY   #$27
0335- STY   $0301
0338- LDA   #$50
033A- JSR   $FCA8
033D- LDA   $C061
0340- CMP   #$00
0342- BPL   $0317
0344- LDA   $0300
0347- LDY   $0301
034A- JSR   $F800
034D- JMP   $0317
0350- BRK
```

Retournez au Basic ($CTRL-C) et sauvegardez votre programme

BSAVE BPLOT, A$300, L$50

Passons maintenant dans le moniteur et tapez

*304L

Le listing obtenu est le suivant :

```
0304-   AD 50 C0    LDA   $C050
0307-   AD 53 C0    LDA   $C053
030A-   AD 54 C0    LDA   $C054
030D-   AD 56 C0    LDA   $C056
0310-   20 46 FB    JSR   $FB46
0313-   A9 99       LDA   #$99
```

```
0315-   85 30       STA   $30
0317-   A2 00       LDX   #$00
0319-   20 1E FB    JSR   $FB1E
031C-   C0 27       CPY   #$27
031E-   90 02       BCC   $0322
0320-   A0 27       LDY   #$27
0322-   8C 00 03    STY   $0300
0325-   A9 50       LDA   #$50
0327-   20 A8 FC    JSR   $FCA8
032A-   A2 01       LDX   #$01
032C-   20 1E FB    JSR   $FB1E
032F-   C0 27       CPY   #$27
0331-   90 02       BCC   $0335
0333-   A0 27       LDY   #$27
0335-   8C 01 03    STY   $0301
0338-   A9 50       LDA   #$50
033A-   20 A8 FC    JSR   $FCA8
033D-   AD 61 C0    LDA   $C061
0340-   C9 00       CMP   #$00
0342-   10 D3       BPL   $0317
0344-   AD 00 03    LDA   $0300
0347-   AC 01 03    LDY   $0301
034A-   20 00 F8    JSR   $F800
034D-   4C 17 03    JMP   $0317
0350-   00          BRK
```

Vous pouvez maintenant exécuter votre programme. Pour cela, tapez la commande

*304G

L'écran passe en mode graphique basse résolution, et le point de coordonnées PDL(0), PDL(1) s'affiche lorsque vous appuyez sur le bouton-poussoir de la manette 0.

La dernière instruction faisant un GO TO vers le début du programme après les initialisations, le seul moyen d'arrêter votre programme est d'appuyer sur Reset.

A titre de comparaison, voici le listing du programme avec commentaires obtenu sur le LISA assembleur version 1.5.

```
0300            1          ORG $300
0300            2  ;
0300            3  ; DEFINITION DES SOUS-PROGRAMMES
0300            4  ;
0300            5  WAIT    EQU $FCA8
0300            6  PDL     EQU $FB1E
0300            7  PLOT    EQU $F800
0300            8  ;
```

```
0300           9  ; DEFINITION DES ADRESSES MEMOIRES
0300          10  ;
0300          11  GRAPH  EQU $C050
0300          12  MIXTE  EQU $C053
0300          13  PAGE1  EQU $C054
0300          14  BASRES EQU $C056
0300          15  BOUT   EQU $C061
0300          16  ORANGE EPZ $99
0300          17  ACOLOR EPZ $30
0300          18  ;
0300          19  ; DEFINITION DES VARIABLES
0300          20  ;
0301          21  LIGNE  DFS $1
0302          22  COLON  DFS $1
0302          23  ;
0302          24  ; INITIALISATIONS
0302          25  ;
0304          26         ORG $304
0304 AD50C0   27         LDA GRAPH
0307 AD53C0   28         LDA MIXTE
030A AD54C0   29         LDA PAGE1
030D AD56C0   30         LDA BASRES
0310 2046FB   31         JSR $FB46
0313 A999     32         LDA #ORANGE
0315 8530     33         STA ACOLOR
0317          34  ;
0317          35  ; LECTURE DE LA LIGNE PDL(0)
0317          36  ;
0317 A200     37  BOUCLE LDX #$00
0319 201EFB   38         JSR PDL
031C C027     39         CPY #$27
031E 9002     40         BCC OK1
0320 A027     41         LDY #$27
0322 8C0003   42  OK1    STY LIGNE
0325          43  ;
0325          44  ; ATTENTE DE TEMPORISATION
0325          45  ;
0325 A950     46         LDA #$50
0327 20A8FC   47         JSR WAIT
032A          48  ;
032A          49  ; LECTURE DE LA COLONNE PDL(1)
032A          50  ;
032A A201     51         LDX #$01
032C 201EFB   52         JSR PDL
032F C027     53         CPY #$27
0331 9002     54         BCC OK2
0333 A027     55         LDY #$27
0335 8C0103   56  OK2    STY COLON
0338          57  ;
0338          58  ; ATTENTE DE TEMPORISATION
0338          59  ;
0338 A950     60         LDA #$50
033A 20A8FC   61         JSR WAIT
033D          62  ;
033D          63  ; TEST DE PRESSION DU BOUTON POUSSOIR
033D          64  ;
```

```
033D AD61C0   65          LDA BOUT
0340 C900     66          CMP #$00
0342 10D3     67          BPL BOUCLE
0344          68  ;
0344          69  ; AFFICHAGE DU POINT
0344          70  ;
0344 AD0003   71          LDA LIGNE
0347 AC0103   72          LDY COLON
034A 2000F8   73          JSR PLOT
034D 4C1703   74          JMP BOUCLE
0350 00       75          BRK
              76          END


***** END OF ASSEMBLY


          ************************
          *                      *
          * SYMBOL TABLE -- V 1.5 *
          *                      *
          ************************

LABEL. LOC.  LABEL. LOC.  LABEL. LOC.

** ZERO PAGE VARIABLES:

ORANGE 0099  ACOLOR 0030

** ABSOLUTE VARABLES/LABELS

WAIT   FCA8  PDL    FB1E  PLOT   F800  GRAPH  C050
MIXTE  C053  PAGE1  C054  BASRES C056  BOUT   C061  LIGNE  0300  COLON  0301
BOUCLE 0317  OK1    0322  OK2    0335

SYMBOL TABLE STARTING ADDRESS:6000
SYMBOL TABLE LENGTH:008A
```

## ● Commandes permettant de modifier les entrées-sorties

### • *Modes de l'écran*

Les commandes I/N permettent de faire passer l'écran en mode inverse/normal. Toutefois, l'écho des caractères saisis au clavier restent affichés en mode normal.

### • *Utilisation sur une imprimante*

L'imprimante est utilisée en tapant la commande CTRL-P. L'affichage sur l'écran est alors arrêté, les caractères à afficher étant alors envoyés à l'imprimante.

Le format exact de la commande est le suivant :

numéro du connecteur CTRL-P

où le numéro du connecteur est compris entre 1 et 7 et où le connecteur indiqué contient une carte d'interface pour imprimante.

Si le connecteur que vous indiquez ne contient pas de carte d'extension. vous perdrez le contrôle de votre APPLE.

Pour revenir au fonctionnement normal de l'APPLE, vous devrez taper la commande CTRL-P.

- ***Utilisation d'un autre clavier que celui de l'APPLE (ou de tout autre périphérique permettant d'entrer des données)***

Il est possible d'utiliser une autre source de données pour remplacer le clavier de l'APPLE. Pour cela, il vous suffit d'avoir une carte d'interface et de taper la commande :

numéro du connecteur de la carte CTRL-K

Pour revenir au fonctionnement normal de l'APPLE, vous devrez taper la commande zéro CTRL-K.

Si vous tapez un mauvais numéro de connecteur, vous perdrez le contrôle de l'APPLE.

- **Création de votre commande utilisateur**

La commande CTRL-Y entraîne le branchement du moniteur à l'adresse $3F8. Vous pouvez y mettre une instruction Jump vers notre programme.

Vous pouvez par exemple décider que vous voulez utiliser cette possibilité pour passer dans le miniassembleur. Pour cela, il vous suffit de taper la commande

3F8:4C 66 F6 (i.e. JMP $F666)

Lorsque vous taperez CTRL-Y, vous vous retrouverez placés dans le miniassembleur.

Il vous est aussi permis d'utiliser cette possibilité pour retourner au Basic chargé en mémoire à l'aide d'une disquette. Pour cela, il vous suffit de taper

3F8:4C D0 03 (i.e. JMP 3D0 ou 3DOG).

### 4.3.4 Adresses mémoire et sous-programme du moniteur :

Ce paragraphe décrit : la carte mémoire de l'APPLE II, les sous-programmes d'entrées-sorties avec le clavier et la sortie vidéo de l'APPLE, les sous-programmes de gestion des interruptions, l'utilisation des commandes du moniteur comme sous-programmes et la gestion des autres entrées-sorties de l'APPLE II.

- **Description de la carte mémoire**

- ***Présentation générale***

La mémoire est divisée en segments de 256 octets, appelés « pages », numérotés à partir de 0. La page 0 est réservée au moniteur, au DOS et au Basic; la page 1 est utilisée comme pile par le microprocesseur 6502 (nous la réservons uniquement pour cet usage). La page 2 sert de « buffer » de stockage des données saisies au clavier. Viennent ensuite les pages 4 à 7 utilisées par la page graphique numéro 1 basse résolution, les pages 8 à B utilisées pour la seconde page graphique basse résolution. Les 2 pages graphiques haute résolution sont situées respectivement aux adresses $2000-$3FFF et $4000-$7FFF. La mémoire ROM contenant le moniteur est située entre les adresses $D000-$FFFF.

Le tableau ci-dessous récapitule ces diverses adresses.

Carte mémoire de l'APPLE II

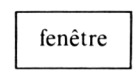
| | |
|---|---|
| 0000-00FF | Page 0 |
| 0100-01FF | Pile du 6502 |
| 0200-02FF | Buffer d'entrée du clavier |
| 0300-03CF<br>03D0-03EF<br>03F0-03FF | Vecteurs de données du DOS |
| 0400-07FF | Page 2 du graphisme basse résolution |

<table>
<tr><td>0800-0BFF</td><td>Programme utilisateur et données</td><td>Page 2 du graphisme basse résolution</td><td>RAM utilisée par l'interpréteur APPLESOFT chargé à partir d'une disquette</td></tr>
<tr><td>0C00-2000</td><td colspan="3">Programme utilisateur du basic APPLESOFT en ROM (APPLE II+)</td></tr>
<tr><td>2000-2FFF</td><td>Données du basic entier</td><td>Page 1 du graphisme</td><td></td></tr>
<tr><td>3000-3FFF</td><td>Fin 16K mémoire</td><td>Haute résolution</td><td>Programme utilisateur RAM APPLESOFT</td></tr>
<tr><td>4000-5FFF</td><td></td><td>Page 2 du graphisme<br>Haute résolution</td><td></td></tr>
<tr><td>-7FFF</td><td>Fin 32K</td><td>Mémoire</td><td></td></tr>
<tr><td>-BFFF</td><td>Fin RAM 48K</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>C000-CFFF</td><td colspan="3">Zone des cartes d'entrées-sorties</td></tr>
<tr><td>D000-FFFF</td><td colspan="3">ROM(s) { Basic<br>Moniteur</td></tr>
</table>

- ***Utilisation de la page zéro (\$0000, 00FF)***

Le moniteur utilise dans la page 0 les adresses comprises entre \$20 et \$49 pour les fonctions générales, entre \$4E et \$4F pour lire le clavier, et pour la version Basic Entier (ancien moniteur) les adresses \$50-\$55.

Nous décrivons ci-dessous d'une manière plus précise l'utilisation de ces adresses, par le moniteur de l'APPLE II +.

| Adresse décimale | Adresse hexa-décimale | Etiquettes | Utilisation |
|---|---|---|---|
| 00-01 | $00-$01 | L0C0<br>L0C1 | Ces adresses sont utilisées par la ROM auto-start au démarrage de la machine pour déterminer la présence ou non d'un contrôleur et pour charger le DOS. |
| 32 | $20 | WNDLFT | Colonne de début (gauche de la fenêtre sur l'écran). Elle est utilisée par le sous-programme VTABZ qui positionne BASL, H à partir de WNDLFT et CV. Après modification du contenu de cette adresse, le résultat sera effectif au prochain affichage. |
| 33 | $21 | WNDWDTH | Largeur de la fenêtre sur l'écran.<br>Elle est utilisée par le sous-programme COUT pour déterminer le passage à la ligne suivante. |
| 34 | $22 | WNDTOP | Ligne la plus haute de la fenêtre sur l'écran.<br>0 à 22 pour du texte seulement.<br>20 à 22 pour un mélange texte graphisme basse résolution.<br>Elle est utilisée pour indiquer la ligne à supprimer et les lignes à déplacer lorsque l'on doit ajouter une ligne en bas de l'écran. C'est aussi la ligne à laquelle on revient après l'instruction HOME. |
| 35 | $23 | WNDBTM | C'est la dernière ligne de la fenêtre sur l'écran. En fait XNDBTM contient le numéro de la ligne suivante.<br>  <br><br>←WNDBTM→<br>Sa valeur est comprise entre (WNDTOP) +1 et 24. Elle est testée lors de l'affichage de CR (retour chariot-return) et de LF (passage à la ligne suivante). |

| Adresse décimale | Adresse hexa-décimale | Etiquettes | Utilisation |
|---|---|---|---|
| 36 | $24 | CH | Positionnement horizontal du curseur relativement au début de la fenêtre.<br>C'est la position où l'on affichera le prochain caractère. Elle doit être comprise entre 0 et (WNDWDTH) −1. Un passage à la ligne suivante sera automatiquement généré si l'on déborde d'une ligne de la fenêtre.<br>Cette adresse est utilisée par les sous-programmes d'affichage de caractères sur l'écran. |
| 37 | $25 | CV | Position du curseur par rapport au haut de l'écran (et non par rapport au haut de la fenêtre). Cette position est utilisée uniquement pour déterminer BASL, H. Si la valeur contenue à cette adresse indique une ligne inférieure à la limite WNDBTM de la fenêtre, toutes les lignes de celle-ci seront déplacées d'une ligne vers le haut lorsque la ligne courante sera remplie. |
| 38-39 | $26-$27 | GBASL<br>GBASH | Adresse mémoire où l'on doit ranger le prochain point à afficher en basse résolution. |
| 40-41 | $28-$29 | BASL<br>BASH | Adresse mémoire où l'on doit ranger le prochain caractère à afficher. C'est une fonction de CV et de WNDLFT. Elle est positionnée par BASCALC. |
| 42-43 | $2A-$2B | BAS2L<br>BAS2H | Zone de travail lors du déplacement vers le haut des lignes de la fenêtre. |
| 44-45 | S2C-$2D | <br>H2<br>V2<br>LMNEM<br>RMNEM<br><br><br>RTNL<br>RTNH | Plusieurs utilisations.<br>Dernier point à afficher sur la ligne tracée par HLINE (0 à 39).<br>Pointeur utilisé par la partie désassembleur sur la table des mnémoniques 6502.<br>Utilisées par la commande Trace pour conserver le mode de l'écran.<br>0-39 texte et basse résolution.<br>0-47 haute résolution.<br>On garde la dernière ligne atteinte par VLINE (tracé vertical). |

| Adresse décimale | Adresse hexa-décimale | Etiquettes | Utilisation |
|---|---|---|---|
| 46 | $2E | FORMAT<br>CHKSUM<br>MASK | Plusieurs utilisations.<br>Utilisée par le désassembleur pour sauvegarder un code caractérisant l'instruction traitée.<br>Utilisée pour calculer le code de vérification lors de la lecture d'information à partir de la cassette.<br>Cette adresse est utilisée par PLOT pour déterminer si le point est sur la ligne du haut ou du bas de l'adresse pointée par GBASL, H<br>MASK =$OF<br>MASK =$FO |
| 47 | $2F | LENGTH<br>SIGN<br>LASTIN | Plusieurs utilisations.<br>Longueur de l'instruction traitée par le désassembleur.<br>Le bit 1 est positionné à 1 si le résultat de MULPM ou DIVPM (multiplication ou division 16 bits, ancien moniteur) est à complémenter par le programme appelant.<br>Utilisée par RDBIT comme zone de travail lorsque l'on utilise la cassette. |
| 48 | $30 | COLOR | Code de la couleur positionné par SET COL, COLOR. Sa valeur est 17* code indiqué dans le Basic. |
| 49 | $31 | MODE | |
| 50 | $32 | INVFLG | Mode de l'écran :<br>$FF mode normal (noir sur blanc).<br>$3F mode inverse (blanc sur noir).<br>$7F mode clignotant.<br>Il est utilisé par COUT1 et peut être positionné par SETNORM, RESET, SETINV. Il n'existe pas de sous-programme positionnant le mode clignotant. |
| 51 | $33 | PROMPT | Cet octet contient le caractère affiché par le sous-programme GETLN de saisie de données au clavier. |

| Adresse décimale | Adresse hexa-décimale | Etiquettes | Utilisation |
|---|---|---|---|
| 52<br>53 | $34<br>$35 | YSAV<br>YSAV1 | Zones de sauvegardes du registre Y par le moniteur et par COUT. |
| 54<br>55 | $36<br>$37 | CSWL<br>CSXH | Adresse du sous-programme d'affichage des caractères sur l'écran. Elle est positionnée par défaut à l'adresse de COUT1. Vous utiliserez cette adresse si vous avez un autre écran-clavier où afficher des données. La commande n CTRL-P positionne cette adresse à la valeur Cnoo (carte d'extension numéro n). |
| 56<br>57 | $38<br>$39 | KSWL<br>KSWH | Même chose pour la saisie de données.<br>La commande du moniteur utilisée est<br>n CTRL-K<br>Par défaut la valeur de cette adresse est celle du sous-programme KEYIN. |
| 58<br>59 | $3A<br>$3B | PCL<br>PCH | Zone utilisée pour sauvegarder le pointeur sur la prochaine instruction à exécuter (PC). Elle est utilisée par le miniassembleur pour savoir où placer la prochaine instruction.<br>Les commandes L, G, S, T positionnent ou utilisent cette adresse.<br>Ces deux octets contiennent aussi lors d'une instruction BRK l'adresse de l'instruction qui suit BRK. |
| 60-67 | $3C<br>$3D-$43 | XQT<br>XQTNZ | Zone de 8 octets de travail réservée au moniteur. Elle est utilisée notamment par les commandes :<br>S } ancien<br>T } moniteur<br>SUBTRACT<br>MOVE<br>VERIFY<br>READ<br>WRITE<br>STORE<br>examen mémoire |

| Adresse décimale | Adresse hexa-décimale | Etiquettes | Utilisation |
|---|---|---|---|
| 69<br>70<br>71<br>72<br>73 | $45<br>$46<br>$47<br>$48<br>$49 | ACC<br>XREG<br>YREG<br>STATUS<br>SPNT | Sauvegarde de l'accumulateur.<br>Sauvegarde du registre X.<br>Sauvegarde du registre Y.<br>Sauvegarde du registre d'état (flags).<br>Sauvegarde du pointeur de pile.<br>Le sous-programme SAVE réalise ces sauvegardes. Le sous-programme RESTORE les reprend. |
| 74-77 | $4A-$4D | | Zone inutilisée. |
| 78-79 | $4E-$4F | RNDL-RNDH | Compteur sur 16 bits incrémenté par KEYIN pour tester les touches du clavier. |
| 80<br>8<br>82<br>83<br>84<br>85 | $50<br>$51<br>$52<br>$53<br>$54<br>$55 | ACL<br>ACH<br>XTNDL<br>XTNDH<br>AUXL<br>AUXH | Zone utilisée uniquement par les sous-programmes de multiplication et de division de l'ancien moniteur. |

- ***Pages un à trois***

* PAGE 1 ($0100 – $01FF)

La page 1 est la zone de la pile 6502. Le moniteur utilise cette zone uniquement par le biais des instructions 6502 utilisant la pile (PHA, JSR, RIS...). Le moniteur n'initialise jamais ni la zone, ni le pointeur de pile (registre S).

* PAGE 2 ($0200 – $02FF)

La page 2 est le buffer où sont rangées les informations saisies au clavier par le sous-programme GETLN. Celui-ci initialise le registre X comme index, puis à l'étiquette ADDINP le caractère saisi est rangé à l'adresse $0200 + X. Au retour de GETLN, le dernier caractère dans le buffer est return (code $8D = $80 + $0D).

* PAGE 3 ($0300 – $03FF)

La page 3 contient certains vecteurs d'adresses utilisés pour des interruptions. Ces vecteurs sont situés en haut de la page 3.

Les adresses $03D0 à $03EF sont utilisées par le DOS. Le reste de la page est utilisable par des programmes assembleurs.

Le tableau ci-dessous décrit les vecteurs d'interruptions.

| Adresse hexadécimale | Adresse décimale | Utilisation |
|---|---|---|
| $0300 – $03CF | 768-995 | Zone libre |
| $03D0 – $03EF | 995-1007 | DOS (cf. tome 2, § 1) |
| $03F0 – $03F1 | 1008-1009 | Vecteur d'interruption BRK (adresse) |
| $03F2 – $03F3 | 1010-1011 | Vecteur d'interruption RESET utilisé par l'autostart (adresse) |
| $03F4 | 1012 | Indicateur de chargement du système :<br>— Si ($A5) ou (($03F3)) =($03F4) contenu de 3F3<br>On recharge complètement le système, y compris le DOS.<br>— Sinon on arrête le programme en cours |
| $03F5 – $03F7 | 1013-1015 | Réservé par l'APPLESOFT (instruction) |
| $03F8 – $03FA | 1016-1018 | Lorsque l'utilisateur tape CIRL-Y |
| $03FB – $03FD | 1019-1021 | Vecteur des interruptions non masquables (instruction à exécuter) (NMI) |
| $03F4 – $03FF | 1022-1023 | Vecteur d'interruption IRQ (adresse de branchement) |

- ***Pages de textes et graphisme basse résolution***

Les adresses comprises entre $0400 et $07FF constituent la première page de texte et de graphisme basse résolution. C'est à ces adresses que sont copiées les informations à afficher sur l'écran. Celles-ci seront affichées par le biais d'une logique matérielle de gestion d'écran.

A l'adresse $0800 commence généralement le programme utilisateur. Toutefois pour les systèmes équipés en RAM, la zone comprise entre les adresses $0800 et $0BFF peut être utilisée comme seconde page de texte

et de graphisme basse résolution. Cette page est acceptée par le matériel, mais non par le moniteur.

Pour passer de la page 1 à la page 2, il suffit de faire

POKE – 16299,0

Inversement, il suffit de faire

POKE – 16300,0

La table ci-dessous indique les adresses où sont situées les lignes d'écran.

| Ligne | Page 1 | | Page 2 | |
|---|---|---|---|---|
| | Décimal | Hexadécimal | Décimal | Hexadécimal |
| 0 | 1024 | $0400 | 2048 | $0800 |
| 1 | 1152 | $0480 | 2176 | $0880 |
| 2 | 1280 | $0500 | 2304 | $0900 |
| 3 | 1408 | $0580 | 2432 | $0980 |
| 4 | 1536 | $0600 | 2560 | $0A00 |
| 5 | 1664 | $0680 | 2688 | $0A80 |
| 6 | 1792 | $0700 | 2816 | $0B00 |
| 7 | 1920 | $0780 | 2944 | $0B80 |
| 8 | 1064 | $0428 | 2088 | $0828 |
| 9 | 1192 | $04A8 | 2216 | $08A8 |
| 10 | 1320 | $0528 | 2344 | $0928 |
| 11 | 1448 | $05A8 | 2472 | $09A8 |
| 12 | 1576 | $0628 | 2600 | $0A28 |
| 13 | 1704 | $06A8 | 2728 | $0AA8 |
| 14 | 1832 | $0728 | 2856 | $0B28 |
| 15 | 1960 | $07A8 | 2984 | $0BA8 |
| 16 | 1104 | $0450 | 2128 | $0850 |
| 17 | 1232 | $04D0 | 2256 | $08D0 |
| 18 | 1360 | $0550 | 2384 | $0950 |
| 19 | 1488 | $05D0 | 2512 | $09D0 |
| 20 | 1616 | $0650 | 2640 | $0A50 |
| 21 | 1744 | $06D0 | 2768 | $0AD0 |
| 22 | 1872 | $0750 | 2896 | $0B50 |
| 23 | 2000 | $07D0 | 3024 | $0BD0 |

Les 40 caractères d'une ligne sont groupés en mémoire. La ligne numéro L de la page P est située à l'adresse :

$$ADDRL = 1024*P + 256((L/2)MOD\ 4) + (128*(LMOD\ 2)) + 40((L/8)MOD\ 4)$$

Nous pouvons noter que 24 lignes de 40 caractères occupent 960 octets. Or 1 024 octets sont réservés en mémoire pour simplifier l'organisation matérielle. 64 octets sont donc disponibles par page en 8 groupes de 8 octets.

Ces octets ne restent pas disponibles dans la page 1. Ils sont utilisés par les cartes d'extension de la manière suivante :

| Commun | Plot 1 | Plot 2 | Plot 3 | Plot 4 | Plot 5 | Plot 6 | Plot 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $0478 | $0479 | $047A | $047B | $047C | $047D | $047E | $047F |
| $04F8 | $04F9 | $04FA | $04FB | $04FC | $04FD | $04FE | $04FF |
| $0578 | $0579 | $057A | $057B | $057C | $057D | $057E | $057F |
| $05F8 | $05F9 | $05FA | $05FB | $05FC | $05FD | $05FE | $05FF |
| $0678 | $0679 | $067A | $067B | $067C | $067D | $067E | $067F |
| $06F8 | $06F9 | $06FA | $06FB | $06FC | $06FD | $06FE | $06FF |
| $0778 | $0779 | $077A | $077B | $077C | $077D | $077E | $077F |
| $07F8 | $07F9 | $07FA | $07FB | $07FC | $07FD | $07FE | $07FF |

*L'adresse* 2040 ($07F8) *est réservée et doit contenir* Cn *où* n *est le numéro du plot du périphérique actif. Ceci permet de gérer les interruptions.*

*Nous vous déconseillons de sauvegarder en bloc les adresses* $0400 *et* $07FF *car lorsque vous voudrez réutiliser cette zone, les adresses réservées aux périphériques seront écrasées et cela peut créer des problèmes.*

- ***Mémoire réservée par les entrées-sorties***

En plus des 64 octets définis précédemment, une grande zone de mémoire est réservée pour les entrées-sorties entre les adresses $C000 et $CFFF. Nous allons la décrire dans ce paragraphe.

### * ADRESSES SPÉCIALES

Nous examinons ici les octets utilisés par le clavier, la cassette, le haut-parleur, les manettes de jeux et pour le choix du graphisme.

CLAVIER :

Le clavier utilise 2 octets situés aux adresses $C000 et $C010 dont les rôles sont les suivants :

$C000(−16384) 1 bit d'état (caractère reçu)
7 bits de données (codes ASCII standards).

*Ceci fait que les codes traités par l'*APPLE II *sont compris entre* 128 *et* 255 *si le bit d'état n'est pas remis à* 0.

$C010(−16368) Ecrire à cette adresse signifie que le caractère a été lu. Le bit d'état est alors remis à 0.

CASSETTE :

La gestion de la cassette utilise 2 octets en mémoire situés aux adresses :

$C060(−16288) : IN entrée
$C020(−16352) : OUT sortie

Décrivons le fonctionnement de la cassette :

Pour écrire des informations binaires (0, 1) sur une cassette, on utilise l'octet d'adresse $C020. A cette adresse se trouve une bascule (logique conservant un état) qui change l'état chaque fois qu'on la référence dans une instruction. Une lecture de la valeur contenue à cette adresse provoque un changement d'état, une écriture deux changements d'états. En effet une écriture mémoire par le 6502 est toujours précédée par une lecture. Il existe entre la bascule et la prise OUT une logique matérielle qui transforme les changements d'états logiques (0, 1) en modification de la tension de sortie (0/V-25 mV). De cette manière des informations sont stockées sur cassette. Comment l'APPLE II les relit-il ? Il existe pour cela une logique matérielle décodant les modifications de tension en entrée pour créer des 0 et des 1. Un programme peut tester la valeur générée en lisant l'adresse $C060. Si la valeur obtenue est supérieure à 128, l'état est 1. Sinon il est nul.

La lecture des données doit être faite en assembleur, le Basic étant dépassé par la rapidité.

HAUT-PARLEUR :

Chaque référence à l'adresse $C030(−16336) provoquera l'émission d'un « beep ». Comme pour la cassette, une écriture changera deux fois l'état de la bascule à cette adresse et il ne se passera rien.

MANETTES DE JEUX :

Le connecteur des manettes de jeux fournit :

1. trois entrées numériques sur un bit 0/1
2. trois sorties numériques sur un bit 0/1
3. quatre entrées analogiques
4. un signal de validation des données.

Vous pouvez utiliser ce connecteur pour tout autre objet que les manettes de jeu (relais, haut-parleurs...) et le contrôler par programme.

1. Entrées numériques :

Trois entrées digitales sont acceptées. Leurs états peuvent être lus (de la même manière qu'une cassette) aux adresses $C061, $C062, $C063 (i.e. de − 16287 à − 16285). S'ils sont négatifs, le bouton est appuyé.

2. Sorties numériques :

Elles sont gérées par des « bascules logicielles » utilisant 2 octets de mémoire. Lire un octet mettra la « bascule » dans un état, lire l'autre octet mettra la « bascule » dans l'autre état.

Les adresses utilisées sont les suivantes :

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0 | OFF | $C058 | (−16296) |
| | ON | $C059 | (−16295) |
| 1 | OFF | $C05A | (−16294) |
| | ON | $C05B | (−16293) |
| 2 | OFF | $C05C | (−16292) |
| | ON | $C05D | (−16291) |
| 3 | OFF | $C05E | (−16290) |
| | ON | $C05F | (−16289) |

OFF correspond à { 0 logique / 0 V tension de sortie

ON correspond à { 1 logique / 5 V tension de sorties

3. Entrées analogiques :

Les quatre entrées analogiques peuvent être connectées à des potentiomètres de 150 K ohms. Pour lire les entrées analogiques, un programme assembleur doit procéder de la manière suivante :

— remettre à 0 (RESET) les circuits compteurs en lisant le contenu de l'adresse $C070 (−16272). Les valeurs des contenus des adresses $C064 à $C067 (−16284 à −16281) sont alors supérieures à 128 ;

— observer le temps qu'il faut pour que ces valeurs redescendent en-dessous de 128. Ce temps est proportionnel à la valeur prise par le potentiomètre placé entre 5 V et l'entrée. Le temps maximal est de 3,060 ms.

*S'il n'y a pas de potentiomètre à l'entrée ou si la valeur de la résistance est trop forte, les valeurs lues n'atteindront jamais* 0.

4. Signal de validation Strobe en sortie :

Ce signal permet de valider les données sorties de l'APPLE. Il est contrôlé en référençant l'adresse $C040. Ceci provoque le passage du signal de 5 V à 0 V pendant 1/2 s.

## GRAPHISMES :

Trois types d'information peuvent être affichées sur l'écran :

— texte 24 lignes de 40 caractères,

— basse résolution en graphisme
48 lignes de 40 carrés de diverses couleurs,

— haute résolution en graphisme
192 (hauteur) × 280 (largeur) points sur l'écran.

Comment passer d'un type d'informations à un autre ?

Il existe 4 « bascules logicielles » à 2 positions permettant de sélectionner les types d'information. Elles correspondent aux adresses suivantes :

| Adresse hexadécimale | Adresse décimale | Description |
|---|---|---|
| $C050<br>$C051 | −16304<br>−16303 | type graphique<br>type texte |
| $C052<br>$C053 | −16302<br>−16301 | texte ou graphisme non mélangés<br>texte et graphisme mélangés |
| $C054<br>$C055 | −16300<br>−16299 | page 1<br>page 2 |
| $C056<br>$C057 | −16298<br>−16297 | basse résolution<br>haute résolution |

Il existe 10 combinaisons de ces « bascules logicielles » :

| Page 1 | | | Page 2 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Ecran | Adresses | | Ecran | Adresses | |
| Texte | $C054<br>$C051 | | texte | $C055<br>$C051 | |
| Basse résolution | $C054<br>$C052 | $C056<br>$C050 | basse résolution | $C055<br>$C052 | $C056<br>$C050 |
| Haute résolution | $C054<br>$C052 | $C057<br>$C050 | haute résolution | $C055<br>$C052 | $C057<br>$C050 |
| Texte et basse résolution | $C054<br>$C053 | $C056<br>$C050 | texte et basse résolution | $C055<br>$C053 | $C056<br>$C050 |
| Texte et haute résolution | $C054<br>$C053 | $C057<br>$C050 | texte et haute résolution | $C055<br>$C053 | $C057<br>$C050 |

Tapez le programme suivant :

```
10  A=PEEK(-16299)
20  A=PEEK(-16297)
30  A=PEEK(-16301)
40  A=PEEK(-16304)
```

puis RUN.

L'écran affiche la page 2 en mixte texte et haute résolution.

Tapez ensuite :

```
A=PEEK(-16302)
```

les lignes de texte sont alors supprimées.

Puis :

```
A=PEEK(-16303)
```

Le graphisme haute résolution laisse l'écran pour le texte.

Tapez enfin :

```
A=PEEK(-16300)
```

Vous repassez sur la page 1. Vous voyez alors ce que vous avez tapé précédemment.

### * CARTES D'EXTENSION

En plus des 8 groupes de 8 octets définis dans la page 1, les cartes d'extension peuvent disposer chacune de :

— 16 adresses réservées pour les entrées-sorties (buffer...) ;

— 256 octets de ROM contenant les drivers (contrôleurs de périphériques). Ces programmes sont de préférence indépendants du plot dans lequel on met la carte. Pour déterminer le plot « actif » on pourra utiliser le programme suivant :

```
20   4A   FF   JSR   $FF4A
78              SEI
20   58   FF   JSR   $FF58
BA              TSX
BD   00   01   LDA   $0100, X
8D   F8   07   STA   $07F8
29   OF        AND   $0F
A8              TAY
```

Le numéro du connecteur est dans le registre Y.

Les tableaux ci-dessous résument ces adresses.

| | $0 | $1 | $2 | $3 | $4 | $5 | $6 | $7 | $8 | $9 | $A | $B | $C | $D | $E | EF |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $C080 | | | | 0 | | | | | | | | | | | | |
| $C090 | | | | 1 | | | | | | | | | | | | |
| $C0A0 | | | | 2 | | | | | | | | | | | | |
| $C0B0 | Entrée/sortie pour le plot numéro | | | 3 | | | | | | | | | | | | |
| $C0C0 | | | | 4 | | | | | | | | | | | | |
| $C0D0 | | | | 5 | | | | | | | | | | | | |
| $C0E0 | | | | 6 | | | | | | | | | | | | |
| $C0F0 | | | | 7 | | | | | | | | | | | | |

| | $00 | $10 | $20 | $30 | $40 | $50 | $60 | $70 | $80 | $90 | $A0 | $B0 | $C0 | $D0 | $E0 | $F0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $C100 | | | | | 1 | | | | | | | | | | | |
| $C200 | | | | | 2 | | | | | | | | | | | |
| $C300 | Adresses PROM | | | | 3 | | | | | | | | | | | |
| $C400 | du plot numéro | | | | 4 | | | | | | | | | | | |
| $C500 | | | | | 5 | | | | | | | | | | | |
| $C600 | | | | | 6 | | | | | | | | | | | |
| $C700 | | | | | 7 | | | | | | | | | | | |

Il existe une zone comprise entre les adresses $C800 et $CFFF réservée à une ROM (ou PROM) de 2 K octets. Sur chaque carte d'extension peut se trouver cette ROM, qui sera connectée sur le bus d'adresse lorsque la carte d'extension sera sélectionnée. Ceci permet d'avoir des contrôleurs de périphériques plus complets.

Une carte d'extension voulant utiliser cette zone doit indiquer aux autres cartes de se connecter. Pour cela, référencer l'adresse $CFFF.

● **Sous-programmes d'entrées-sorties du moniteur**

Nous allons examiner successivement les sous-programmes gérant le clavier, l'écran et le graphisme, la cassette, les manettes de jeu et le haut-parleur, pour l'APPLE II +.

● ***Gestion du clavier***

Les sous-programmes de gestion du clavier réalisent les opérations suivantes :

— saisie d'un caractère,
— écho du caractère,
— stockage du caractère dans un buffer.

Le tableau ci-dessous décrit les différents sous-programmes (adresse, paramètres d'appel, de retour, rôle, structure interne, ...).

## Sous-programmes de gestion du clavier

| Nom | Adresse | | Paramètres d'appel | Paramètres de retour | Structure interne | Sémantique |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | décimale | hexa-décimale | | | | |
| GETLNZ | −665 | $FD67 | CV = ligne à saisir | A = CR($8D)<br>X = nombre de caractères saisis avant CR<br>Y = (WNDWDTH)<br>CH = 0<br>CV = numéro ligne | Emission de retour chariot (*via* CROUT)<br>Branchement à l'étiquette GETLN | Passage à la ligne suivante et saisie d'une nouvelle ligne |
| GETLN | −662 | $FD6A | CH = colonne du caractère d'en-tête<br>CV = n° ligne | idem GETLNZ | GETLN affiche le caractère d'en-tête et initialise le registre X comme index de stockage dans le buffer<br>Le contrôle est passé à NXTCHAR | Affichage du caractère d'en-tête (*moniteur, ]APPLESOFT, >Basic Entier, ?INPUT, ...) et saisie d'une ligne |
| NXTCHAR | −651 | $FD75 | X = $0200<br>CV, CH | idem GETLNZ | Appel de RDCHAR pour saisir le prochain caractère :<br>— si le caractère est CTRL-V (i.e. →), il recherche dans la mémoire d'écran, le caractère que l'on conserve<br>— si le caractère est une lettre minuscule, transformation en majuscule<br>— si le caractère est un retour chariot, branchement en CLREOL et au retour en COUT (remise du reste de la ligne à blanc et affichage de retour chariot)<br>— sinon branchement en NOTCR | Saisie d'une ligne sans affichage préliminaire |

| Nom | Adresse | | Paramètres d'appel | Paramètres de retour | Structure interne | Sémantique |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | décimale | hexa-décimale | | | | |
| NOTCR | −707 | $FD3D | | | Sauvegarde du mode écran (normal, inverse, ...)<br>Affichage du caractère en mode normal<br>Restauration du mode écran<br>Test du caractère :<br>* Backspace (←) branchement en BCKSPC<br>* Line cancel (CTRL-X) branchement en CANCEL<br>— sinon test du remplissage de la ligne. Pour plus de 247 caractères saisis, appel de BELL pour prévenir<br>Passage à NOTCR1 | |
| NOTCR1 | −673 | $FD5F | | | Incrémentation du registre X et :<br>— si débordement de ligne, appel de CANCEL<br>— sinon retour à NXTCHAR pour le traitement du caractère suivant | |
| CANCEL | −670 | $FD62 | | | Affichage/*via* COUT<br>Retour à GETLNZ pour réinitialiser la ligne | Effacement ligne courante |
| BCKSPC | −655 | $FD71 | | | A l'appel, Backspace a déjà été affiché :<br>— si le contenu du registre X est nul, retour à GETLNZ pour réinitialiser la ligne ;<br>— sinon décrémenter le registre X | |

| Nom | Adresse | | Paramètres d'appel | Paramètres de retour | Structure interne | Sémantique |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | décimale | hexa-décimale | | | | |
| RDCHAR | −715 | $FD35 | CH, CV, BASL, H (cf. page 0) | A = caractère saisi<br>Y = CH<br>X non affecté<br>CV, CH, BASL, H non modifiés sauf par les fonctions<br>ESC : A, B, C, D | Appel de RDKEY pour saisir le caractère :<br>— si le caractère est ESC (ESCAPE) :<br>* transfert du contrôle à ESC1 (ancien moniteur) ESCNEW (Autostart) | Saisie d'un caractère au clavier et réalisation fonctions ESC (modification curseur) |
| RDKEY | −756 | $FD0C | CH, CV, BASL, H (cf. page 0) | A = caractère saisi | Supprime de l'affichage le caractère situé sous le curseur, appelle le sous-programme qui saisit physiquement le caractère et restaure le caractère sous le curseur (s.p. à l'adresse (KSWL, H)) | Saisie d'un caractère |
| KEYIN | −741 | $FD1B | A = caractère à restaurer | A = caractère lu | Lit le caractère au clavier et restaure le caractère situé sous le curseur | |

• *Gestion de l'écran*

De multiples fonctions de gestion de l'écran sont offertes par le moniteur. Nous allons examiner successivement les points suivants :

— affichage de texte dans la fenêtre définie sur l'écran,
— contrôle du mode d'écran, du type d'informations (texte, graphisme),
— fonctions de manipulation des données de la fenêtre (effacement, mouvement...),
— affichage de texte à l'extérieur de la fenêtre,
— utilisation des secondes pages graphiques,
— utilisation du graphisme basse résolution,
— etc...

## * AFFICHAGE DE TEXTE DANS LA FENETRE

C'est le mode de fonctionnement standard de l'APPLE II.

L'affichage d'un caractère se fait par appel du sous-programme COUT, qui se branche à l'adresse contenue dans CSWL, H. Cette adresse est positionnée par défaut au RESET avec l'adresse de COUT1 qui est le sous-programme d'affichage d'un caractère sur l'écran.

L'utilisateur peut changer de périphérique avec les commandes n CTRL-P (moniteur) ou PR n (Basic) qui changent CSWL, H ≠.

Les octets suivants gèrent la position du curseur sur l'écran :

| | |
|---|---|
| CV | ligne du curseur |
| CH | colonne du curseur-colonne de début de la fenêtre à gauche |
| BASL, H | adresse du curseur dans la mémoire d'écran |
| WNDLFT | colonne de début de la fenêtre à gauche |
| WNDWDTH | largeur de la fenêtre |
| WNDTOP | ligne du haut de la fenêtre |
| WNDBTM | ligne située juste dessous la fenêtre. |

Tableau des sous-programmes utilisés

| Fonction | Adresse hexa-décimale | Adresse décimale | Nom | Registres détruits |
|---|---|---|---|---|
| Branchement de l'adresse contenue dans CSWL,H | $FDED | −531 | COUT | aucun |
| Affichage d'un caractère utilisant INVFLG et acceptant les mouvements de curseur | $FDF0 | −528 | COUT1 | aucun |
| Affichage d'un caractère avec mouvement du curseur | $FDF6 | −522 | COUTZ | aucun |
| Passage à la ligne suivante (affichage CR) | $FD8E | −626 | CROUT | A |
| Affichage de ERR *via* COUT et émission d'un 'beep' | $FF2D | −211 | PRERR | A |
| Emission d'un 'beep' par COUT | $FF3A | −198 | BELL | A |
| Positionnement de BASCL,H en fonction de CV et WNDLFT | $FC22 | −990 | VTAB | A |
| Positionnement de BASL,H en fonction de (A) et WNDLFT | $FC24 | −998 | VTABZ | A |
| Positionnement du curseur au début de la ligne (hors fenêtre) | $FBC1 | −1087 | BASCALC | A |

## * GESTION DES MODES DE L'ÉCRAN

Les modes de l'écran sont le texte, le graphisme basse résolution, le graphisme haute résolution, les modes inverses, clignotants.

## * MANIPULATIONS DES DONNÉES DE L'ÉCRAN

Trois types de manipulation des données de l'écran existent :

— fonctions graphiques ESC,

— effacement de parties d'écran et déplacement du curseur,

— déplacement des lignes de la fenêtre vers le haut avec suppression de la première ligne et création d'une nouvelle ligne en bas de la fenêtre.

Tableau des sous-programmes de gestion des modes de l'écran

| Fonction | Adresse hexa-décimale | Adresse décimale | Nom | Registres détruits |
|---|---|---|---|---|
| Remise à zéro de la haute résolution | $FB33 | −1229 | | A |
| Passage à la première page de l'écran | $FB36 | −1226 | | A |
| Passage en mode texte | $FB39 | −1223 | SETTXT | A |
| Chargement de A = 0 pour WNDTOP et branchement en SETWND | $FB3C | −1220 | | A |
| Passage en mode graphique | $FB40 | −1216 | SETGR | A, Y |
| Passage en mode mixte texte/graphique | $FB43 | −1213 | | A, Y |
| CALL CLRTOP (remise à zéro du graphisme) | $FB46 | −1210 | | A, Y |
| Chargement de A = 20 pour WNDTOP | $FB49 | −1207 | | A |
| Chargement de A dans WNDTOP | $FB4B | −1205 | SETND | A |
| A = 0 | $FB4D | −1203 | | A |
| Chargement de A dans WNDLEFT | $FBEF | −1201 | | A |
| A = 40 | $FB51 | −1199 | | A |
| Chargement de A dans WNDWDTH | $FB53 | −1197 | | A |
| A = 24 | $FB55 | −1195 | | A |
| Chargement de A dans WNDBTM | $FB57 | −1193 | | A |
| A = 23 | $FB59 | −1191 | | A |
| Chargement de A dans CV | $FB5B | −1189 | TABV | A |
| Branchement en VTAB | | | | |
| Passage en mode normal | $FE84 | −380 | SETNORM | Y |
| Passage en mode inverse | $FE80 | −384 | SETINV | Y |
| Stockage de Y dans INVFLG | $FE86 | −374 | SETIFLG | aucun |

### * FONCTIONS GRAPHIQUES ESC

Ce sont les suivantes :

| | |
|---|---|
| ESC | HOME |
| ESC A | déplacement du curseur vers la droite |
| ESC B | BS |
| ESC C | LF |
| ESC D | VP |

| | |
|---|---|
| ESC E | appel de CLREOL |
| ESC F | appel de CLREOL |
| ESC autre touche | retour à l'appelant |

Le sous-programme traitant ces fonctions est

| | |
|---|---|
| ESC 1 | (ancien moniteur) |
| ESC NEW | (autostart) |

### * EFFACEMENT DE PARTIES D'ÉCRAN ET MANIPULATIONS DU CURSEUR

La table d'adresses suivante indique les sous-programmes utiles pour effacer certaines parties d'écran ou pour déplacer le curseur.

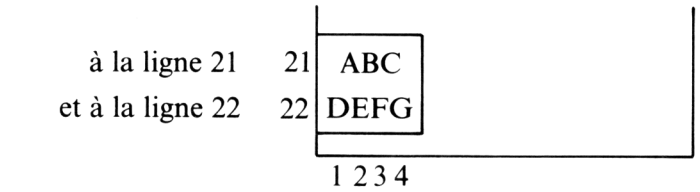
| Fonction | Nom | Adresse hexa-décimale | Adresse décimale | Registres détruits |
|---|---|---|---|---|
| Effacement des caractères sur l'écran entre la position CV,CH jusqu'au bas de la fenêtre | CLREOF | $FC42 | −958 | A, Y |
| Effacement de tout l'écran et positionnement du curseur en haut et à gauche de la fenêtre (utile en Basic Entier) | HOME | $FC58 | −936 | A, Y |
| Effacement des caractères situés après le curseur dans la ligne | CLREOL | $FC9C | −868 | A, Y |
| Retour au début de la ligne (CH − 0) | CR | $FC62 | −926 | A, Y |
| Passage à la ligne suivante (CV − CV + 1) et appel de SCROLL si nécessaire | LF | $FC66 | −922 | A, Y |
| Retour à la ligne précédente (CV = CV − 1) | VP | $FCIA | −998 | A |
| Déplacement du curseur vers la droite (CH = CH + 1) | ADVANCE | $FBF4 | −1036 | A |
| Déplacement du curseur vers la gauche (CH = CH − 1) | BS | $FC10 | −1008 | A |

### * DÉPLACEMENT DES LIGNES DE LA FENETRE A UNE POSITION VERS LE HAUT (SCROLL)

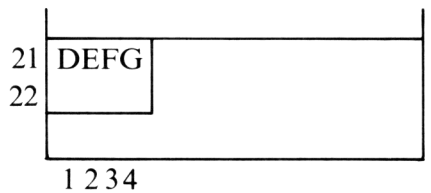
Le sous-programme SCROLL réalise cette fonction. Il est situé à l'adresse $FC70( −912).

*Exemple* : si WNDLFT = 1 (colonne de gauche)
WNDWDTH = 4 (largeur)
WNDTOP = 21 (ligne du haut)
WNDBTM = 23 (ligne sous la fenêtre)

et si l'on a sur l'écran




et si l'on appelle SCROLL, on obtiendra




### * AFFICHAGE DE TEXTE A L'EXTÉRIEUR DE LA FENETRE ET UTILISATION DE LA SECONDE MÉMOIRE D'ÉCRAN

Dans les deux cas, le moniteur n'effectue aucun travail. C'est à l'utilisateur de mettre les caractères à afficher dans les mémoires d'écran.

Si vous désirez avoir un texte dans une page mémoire d'écran, et dans l'autre du graphisme basse résolution, il est hautement préférable de réserver la première page pour le graphisme et la seconde pour le texte, celui-ci étant plus facile à gérer.

### * GESTION DU MODE GRAPHISME BASSE RÉSOLUTION

Dans le mode graphisme basse résolution standard, le moniteur utilise les 20 premières lignes de texte pour 40 lignes graphiques, et laisse 4 lignes de texte en bas de l'écran.

Ceci est dû au fait que la zone mémoire occupée par un caractère est utilisée pour deux points basse résolution. Les informations relatives à ceux-ci sont stockées sur deux fois quatre bits et indiquent la couleur. La distinction des points se fait avec l'octet MASK.

Le moniteur offre des sous-programmes permettant :

— d'effacer la partie graphique de l'écran,
— de positionner des couleurs,
— de placer un point sur l'écran,
— de tracer des lignes verticales ou horizontales,
— de déterminer la couleur d'un point de l'écran.

Le tableau ci-dessous donne les différentes adresses des sous-programmes utilisables.

| Fonction | Nom | Adresse hexa-décimale | Adresse décimale | Registres détruits |
|---|---|---|---|---|
| Affichage sur l'écran d'un point de coordonnées ((A),(Y)) | PLOT | $F800 | −2048 | A |
| Tracement d'une ligne horizontale sur l'écran ((A) = n° de ligne, (Y) = 1re colonne, (44) = dernière colonne) | HLINE | $F819 | −2023 | A, Y |
| Tracement d'une ligne verticale sur l'écran ((Y) = n° de colonne, (A) = 1re ligne, (45) = dernière ligne) | VLINE | $F828 | −2008 | A |
| Effacement de l'écran (48 lignes graphiques) | CLRSCR | $F832 | −1998 | A, Y |
| Effacement du graphisme (40 lignes graphiques) | CLRTOP | $F836 | −1994 | A, Y |
| Positionnement de la couleur indiquée dans l'accumulateur | COLOR | $F85F | −1953 | A |
| Détention de la couleur du point de coordonnées ((A),(Y)) | SCRN | $F864 | −1948 | A = couleur |

(A) *désigne le contenu du registre A*
(X) *désigne le contenu du registre* X
(Y) *désigne le contenu du registre* Y
(nn) *désigne le contenu de l'adresse* nn

• ***Gestion du haut-parleur par le moniteur***

Il existe plusieurs manières d'utiliser le haut-parleur de l'APPLE II. La plus utilisée correspond à signaler des événements de programmes. Il existe par exemple un sous-programme qui fait vibrer le haut-parleur à la fréquence de 1 kHz pendant 0,1 s. Celui-ci est utilisée par RESET, par la touche CTRL-G.

Table d'adresses, précisant les sous-programmes du moniteur qui utilisent le haut-parleur

| Fonction | Adresse hexa-décimale | Adresse décimale | Etiquette | Registres détruits |
|---|---|---|---|---|
| Si le contenu de l'accumulateur est $87(CTRL-G, Bell, code ASCII = 7), ce sous-programme attend 0,01s et émet un "beep" | $FBD9 | −1063 | BELL1 | A, Y |
| Attente de 0,01 s et émission d'un "beep" | $FBDD | −1059 | | A, Y |
| Charger le registre Y avec la valeur 192 pour 0.1 s de "beep" | $FBE2 | −1054 | | A, Y |
| Fait résonner ("beep") le haut-parleur à la fréquence de 1 kHz sur le nombre de fois contenu dans le registre Y | $FBE4 | −1052 | BELL2 | A, Y |
| Affiche "ERR" et émet un "beep" | $FF2D | −211 | PRERR | A |
| Emission d'un "beep" | $FF3A | −198 | BELL | A |

• ***Gestion de la cassette***

Il existe deux sous-programmes principaux pour la gestion de la cassette qui permettent de la lire (READ) et d'y écrire (WRITE). D'autres sous-programmes sont utilisés de manière interne par le moniteur. Un fichier stocké sur cassette est décomposé en un ou plusieurs enregistrements. Un enregistrement est constitué d'une chaîne d'octets stockés en « même temps » à partir d'une zone physique, c'est une entité physique sur la cassette. Un fichier comporte plusieurs enregistrements, il est appelé entité logique.

Un programme Basic contient deux enregistrements. Etudions la structure de ces enregistrements pour les deux Basic de l'APPLE II.

*BASIC ENTIER:

Le premier enregistrement contient uniquement 2 octets qui servent à stocker la longueur du second enregistrement. Celle-ci est utilisée par le Basic pour déterminer la fin de la zone mémoire occupée par le second enregistrement, là ou le programme Basic est complet.

*APPLESOFT

Le premier enregistrement contient dans ce cas 3 octets. Les deux premiers octets sont aussi la longueur du second enregistrement ; le troisième octet indique la version de l'APPLESOFT ($55 pour la version standard de l'APPLESOFT).

| Fonction | Etiquette | Adresse hexadécimale | Adresse décimale |
|---|---|---|---|
| Ecrit sur la cassette :<br>— un en-tête de 10 s<br>— les données dont l'adresse de début est contenue dans A1L,H ($3C,3D) et dont l'adresse de fin est contenue dans A2L,H ($3E,$3F)<br>— un octet égal au OU EXCLUSIF de tous les octets écrits à titre de vérification lorsque l'on reliera les données | WRITE | $FECD | −307 |
| Lit la cassette. Il place le premier octet à l'adresse contenue dans A1L,H, le dernier à celle contenue dans A2L,H. Il lit ensuite un octet qui doit être égal au OU EXCLUSIF de tous les octets lus<br>Dans le cas contraire ERR est affiché sur l'écran et CH | READ | $FEFD | −259 |
| Ce sous-programme écrit l'en-tête de synchronisation au début de chaque enregistrement de 10 s. Il est aussi utilisé pour indiquer le début réel des données lors de la lecture | HEADR | $FCC9 | −823 |
| Recherche de deux transitions sur la cassette | RD2BIT | $FCFA | −774 |
| Lecture d'un bit | RDBIT | $FCFD | −771 |
| Lecture d'un octet | RDBYTE | $FCEC | −788 |
| Ecriture d'un bit | WRBIT | $FCD6 | −810 |
| Ecriture d'un octet | WRBYTE | $FEED | −275 |

Vous pouvez utiliser de même un ou plusieurs enregistrements pour vos fichiers. Chaque enregistrement est l'entité physique créée à l'appel du sous-programme WRITE. Il est lu par la fonction READ.

Nous donnons ci-dessus (p. précédente) la description des sous-programmes d'utilisation de la cassette par le moniteur.

- ***Gestion des manettes de jeux***

L'APPLE II offre à l'utilisateur 4 entrées digitales, 4 sorties digitales, 4 entrées analogiques et 1 bit de validation (voir Adresses spéciales. Manettes de jeux). Les quatre entrées analogiques sont utilisées pour les manettes de jeux. Le moniteur lit ces entrées, en déclenchant des compteurs, et en mesurant le temps nécessaire pour qu'elles reviennent en dessous d'une certaine valeur. Le sous-programme utilisé est

PREAD à l'adresse $FBIE(−1250)

le numéro (0-3) de la manette (entrée analogique) doit être dans le registre X avant l'appel de PREAD ; la valeur lue est, au retour, dans le registre Y.

*Deux lectures des entrées analogiques ne doivent pas être faites consécutivement, car lorsque le moniteur lit une valeur, il active les compteurs correspondant aux quatre entrées et ceux-ci peuvent ne pas être revenus à la bonne valeur lors d'un nouvel appel de* PREAD. *Pour éviter les erreurs, il convient donc de laisser s'écouler un certain délai entre deux lectures.*

Il n'existe pas de sous-programmes du moniteur utilisant les quatre entrées et les quatre sorties digitales accessibles. L'accès à ces entrées/sorties se fera en utilisant POKE, PEEK en BASIC ou LDx, STx en assembleur. Les adresses correspondantes sont indiquées au paragraphe *Adresses spéciales. Manettes de jeux.* Ces sorties sont toutefois initialisées lors d'une interruption RESET par la version AUTOSTART du moniteur.

AN0 et AN1 sont initialisées à zéro (sorties 0 et 1 à l'état TTL bas), AN2 et AN3 sont initialisées à un (sorties 2 et 3 à l'état TTL haut).

- ***Sous-programme d'attente de délai WAIT***

Le sous-programme WAIT consiste en un ensemble de boucles imbriquées de telle manière que le délai d'attente dépende du contenu de l'accumulateur.

WAIT est situé à l'adresse $FCA8(−856).

Il peut être utilisé pour gérer une fréquence du haut-parleur, ou un périphérique lent tel qu'une imprimante ou un télétype.

Le temps qui s'écoule avec l'appel de WAIT peut se calculer par la formule suivante :

$$(2{,}5A2 + 13{,}5 * A + 13) * 1{,}023 \text{ ms.}$$

Le tableau ci-dessous indique quelques valeurs obtenues :

| Contenu de l'accumulateur | Temps écoulé en secondes |
|---|---|
| 1 | 0,000 029 |
| 5 | 0,000 14 |
| 9 | 0,000 34 |
| 18 | 0,001 09 |
| 26 | 0,002 10 |
| 32 | 0,003 07 |
| 37 | 0,004 02 |
| 42 | 0,005 10 |
| 46 | 0,006 06 |
| 50 | 0,007 09 |
| 60 | 0,010 05 |
| 75 | 0,015 43 |
| 105 | 0,029 66 |
| 150 | 0,059 63 |
| 205 | 0,110 32 |
| 240 | 0,150 64 |
| 255 | 0,169 83 |

## ● Gestion des interruptions sur l'APPLE II +

### • *Généralités*

Gérer des interruptions est nécessaire, pour permettre à des événements d'être traités lorsqu'ils se produisent et à un programme de se dérouler dans l'intervalle séparant deux événements.

Lorsqu'une interruption (événement) se produit, le programme en cours est arrêté, son contexte sauvegardé et un programme spécifique est lancé. A la fin de celui-ci, le contexte est restauré et le programme interrompu relancé.

Le microprocesseur 6502 admet trois catégories d'interruptions. Ce sont les suivantes :

*RESET
*NMI (interruption non masquable)
*IRQ (et instruction BRK≠).

Lors d'une interruption, le processus suivant se produit :

— si l'interruption est NMI ou IRQ (BRK), le contenu du compteur de programme (PC) et le registre P (registre d'état) ainsi que les autres interruptions sont bloquées,

— sinon (RESET) la mémoire est mise en lecture jusqu'à ce que le sous-programme RESET soit actif,

— le microprocesseur 6502 transfère alors au sous-programme de gestion le contrôle de l'interruption à traiter en utilisant les vecteurs d'interruption situés aux adresses $FFFA-$FFFF.

Adresses des sous-programmes de gestion des interruptions

| Interruption | Vecteur d'interruption | Nom | Ancien moniteur | Autostart |
|---|---|---|---|---|
| NMI | $FFFA – B | NMI | $03FB | $03FB |
| RESET | $FFFC – D | RESET | $FF59 | $FA62 |
| IRQ/BRK | $FFFE – F | IRQ | $FA86 | $FA40 |

Nous étudions plus précisément dans la suite de ce paragraphe, la gestion des différents types d'interruption.

- ***Interruption NMI***

Le moniteur de l'APPLE II ne gère pas ces interruptions. Il assure seulement le transfert du contrôle du 6502 à l'instruction située à l'adresse $03FB. Vous devrez donc y placer une instruction JUMP vers votre sous-programme de traitement s'il y a lieu.

• ***Interruption RESET***

Celle-ci se produit lorsque vous appuyez sur la touche RESET au clavier ou lorsque vous mettez en route votre système, sauf pour les toutes premières versions. Son traitement se fait de manière très différente pour les deux versions du moniteur.

* ANCIEN MONITEUR

Quand une interruption RESET se produit, l'ancien moniteur établit la configuration matérielle suivante :

— clavier comme périphérique d'entrée de données,
— écran comme périphérique de sortie de données,
— mode normal de l'écran (blanc sur fonc noir), curseur en haut et à gauche (HOME), fenêtre de texte occupant tout l'écran,
— première mémoire d'écran sélectionnée.

Le contrôle est alors transféré à l'étiquette MON($FF65), un "beep" est émis et le moniteur est prêt à prendre une commande.

* ROM AUTOSTART

L'interruption RESET est ici traitée en plusieurs étapes :

1. Etablissement d'une configuration matérielle fixée : écran, clavier, sorties analogiques, mode texte, affichage d'APPLE II.

2. Si le contenu de la mémoire (adresses $03F2—$03F4, voir ci-dessous) indique que l'on vient de mettre en route le système, le moniteur initialise les vecteurs d'interruptions de BRK aux adresses $03F0 – $03F1, de RESET aux adresses $3F2—$3F3, avec l'octet de validation situé à l'adresse $3F4⁻. Le rôle de cet octet est d'indiquer l'initialisation à faire : 2. ou 3.

Le moniteur Autostart recherche alors s'il existe une carte contrôleur de disquettes dans les plots 7 à 1. Dans le cas favorable, un branchement est effectué à l'adresse Cnoo (n numéro du plot du contrôleur) pour charger le DOS. Dans l'autre cas, la commande CTRL-B est simulée.

3. Si le système n'est pas à réinitialiser complètement, le moniteur teste le contenu du vecteur d'interruption ($3F2 – 3F3).

S'il contient $E000, le moniteur le positionne à l'adresse $E003 (point d'entrée de CTRL-C) et se branche au début du Basic ($E000).
Sinon, il se branche à l'adresse indiquée.

*Test réalisé pour savoir quelle initialisation opérer :*

*Ce test est basé sur l'octet de validation situé à l'adresse* $03F4. *Si la valeur du* OU EXCLUSIF *entre les valeurs des octets des adresses* $3F3 *et* $3F4 *est* $A5, *l'initialisation complète* (2.) *n'est pas à réaliser.*

- ***Interruption IRQ/BRK***

Quand une interruption IRQ se produit ou qu'une instruction BREAK est exécutée, le microprocesseur 6502 suit une séquence d'interruption. Celle-ci est la suivante :

— sur IRQ
*interdiction d'autres interruptions,
*branchement indirect ou sous-programme dont l'adresse est située à $03FE – $03FF,
*autorisation d'interruptions ;

— sur BRK
la séquence est identique, mais on se branche à l'étiquette BRK au lieu du sous-programme de traitement d'IRQ. Avec l'ancien moniteur l'instruction qui suit BRK est affichée ainsi que le contenu des registres. Avec la ROM autostart, le moniteur se branche à l'adresse contenue aux adresses $03F0 – 03F1. Par défaut, ces adresses contiennent celles du même sous-programme que pour l'ancien moniteur.

- **Utilisation des commandes du moniteur de l'APPLE II + comme sous-programmes**

Placer dans le buffer de saisie de données (GETLN, à l'adresse $200) les commandes à exécuter, appeler l'interpréteur de commandes du moniteur et en revenir. A cet effet, vous devrez créer un sous-programme assembleur dépilant 2 octets de la pile et rendant ensuite la main au programme appelant.

L'exemple suivant indique ce qu'il est nécessaire de faire :

```
10 REM   APPEL   DES   COMMANDES   DU   MONITEUR
20 RM$  = "2FC:68 68 60 'N '2FCG"
30 GOSUB 1000
40 RM$= "F800L '2FCG"
50 CALL - 936
60 GOSUB 1000
70 END
```

```
1000 A = 511
1010 L =LEN (RM$)
1020 FOR I=1 TO L
1030 B$ = MID$ (RM$,I,1)
1040 B = 128 + ASC (B$)
1050 POKE A+I,B
1060 NEXT
1070 CALL -144
1080 RETURN
```

Il est possible d'accéder aux commandes du moniteur d'une autre manière. Vous devrez alors créer des sous-programmes assembleur interfaçant votre programme et le moniteur.

Adresses des sous-programmes correspondant aux commandes du moniteur

| Sous-programmes | Adresse décimale | Adresse hexa-décimale | Nom | Registres détruits |
|---|---|---|---|---|
| Point d'entrée du moniteur pour traiter CR comme un blanc | −512 | $FE00 | BL1 | A, X, Y |
| Point d'entrée du moniteur pour traiter un blanc | −508 | $FE04 | BLANK | A, X, Y |
| Commande de modification de la mémoire | −501 | $FE0B | STOR | A |
| Positionnement du mode de traitement du moniteur lorsque l'on rencontre les caractères : + − . | −488 | $FE18 | SETMODE | A, Y |
| Positionnement du mode par BLANK | −483 | $FE1D | SETMDZ | aucun |
| Commande < du moniteur (enregistrement des adresses dans A1L, H, A2L, H, A4L, H) | −480 | $FE20 | LT | A, X |
| Commande MOVE du moniteur de A1L, H à A2L, H vers A4L, H | −468 | $FE2C | MOVE | A(Y=0) |
| Commande verify du moniteur de A1L, H à A2L, H vers A4L, H | −458 | $FE36 | VFY | (AY−0) |

| Sous-programmes | Adresse décimale | Adresse hexa-décimale | Nom | Registres détruits |
|---|---|---|---|---|
| Commande de désassemblage de 20 instructions L | −418 | $FESE | LIST | A, X, Y |
| Positionnement de INVFLG en mode inverse $3F | −384 | $FE80 | SETINV | Y |
| Positionnement de INVFLG en mode normal $FF | −380 | $FE84 | SETNORM | Y |
| Positionnement de INVFLG avec le contenu de Y | −378 | $FE86 | SETIFLG | aucun |
| Commande 0-CTRL-K (retour au clavier) | −375 | $FE89 | SETKBD | A, X, Y |
| Saisie des données à partir du port dont le numéro est contenu dans l'accumulateur<br>−A2L | −373<br>−371 | $FE8B<br>$FE8D | INPORT<br>INPRT | A, X, Y<br>A, X, Y |
| Retour de l'écran pour la sortie de données 0-CTRL-P | −365 | $FE93 | SETVID | A, X, Y |
| Sortie des données sur le port dont le numéro est contenu<br>dans l'accumulateur<br>dans A2L | <br>−363<br>−361 | <br>$FE95<br>$FE97 | <br>OUTPORT<br>OUTPRT | <br>A, X, Y<br>A, X, Y |
| Commande GO : branchement de l'adresse contenue dans A1 PCL/H | −330 | $FEB6 | GO | A, X, Y, P |
| Restauration des registres | −327 | $FEB9 | | |
| Branchement à l'adresse contenue dans PCL, H | −324 | $FEBC | | |
| Affichage des registres (CTRL-E) | −321 | $FEBF | REGZ | |
| Traitement de la touche RETURN :<br>— simulation d'un blanc<br>— branchement au point d'entrée du moniteur MON Z | −266 | $FEF6 | CRMON | |
| Restauration des registres STATUS et empilage :<br>A de ACC<br>X de XREG<br>Y de YREG<br>P de la pile et retour | −193<br>−190<br>−188<br>−186<br>−184 | $FF3F<br>$FF42<br>$FF44<br>$FF46<br>$FF48 | RESTORE<br><br>RESTR1 | |

| Sous-programmes | Adresse décimale | Adresse hexa-décimale | Nom | Registres détruits |
|---|---|---|---|---|
| Sauvegarde des registres : | | | | |
| ACC à ACC $45 | −182 | $FF4A | SAVE | |
| X à XREG $46 | −180 | $FF4C | SAV1 | |
| Y à YREG $47 | −178 | $FF4E | | |
| P à STATUS $48 | −176 | $FF50 | | |
| S à SPNT $49 | −172 | $FF54 | | |
| Passage du 6502 en mode hexadécimal | | | | |
| Entrée du moniteur : | | | | |
| (AUTOSTART) sur RESET | | $FA62 | | |
| sur RESET | −167 | $FF59 | RESET | |
| Appels de SETNORM mode normal de l'écran | | | | |
| INIT écran de texte | −164 | $FFSC | | |
| SETVID sortie sur l'écran | −161 | $FF5F | | |
| SETKBD entrée à partir du clavier | −158 | $FF62 | | |
| Passage du 6502 en mode hexadécimal | −155 | $FF65 | MON | |
| Emission d'un "beep" | −154 | $FF66 | | |
| Entrée du moniteur | −151 | $FF69 | MONZ | |
| Positionnement de '*' comme en-tête | −149 | $FF6B | | |
| Lecture d'une ligne | −147 | $FF6D | | |
| Initialisation à vide du mode de traitement (sans : + − .) | −144 | $FF70 | | |
| Traitement d'une commande : | −141 | $FF73 | NXTITM | |
| — appel de GETNUM pour lire une commande (1 ou 2 octets suivis d'une lettre) | | | | |
| — sauvegarde de la position du prochain caractère à traiter dans YSAV | | | | |
| — appel du sous-programme spécifique à la commande désirée (appel de TOSUB) | −126 | $FF82 | | |
| — restauration de la position du prochain caractère à traiter dans Y et branchement en NXTITM | −123 | $FF85 | | |

| Sous-programmes | Adresse décimale | Adresse hexa-décimale | Nom | Registres détruits |
|---|---|---|---|---|
| Lecture d'une commande (1 ou 2 octets) que l'on range dans A2L, H et d'un caractère dont on range le code ASCII dans l'accumulateur | −89 | $FFA4 | GETNOM | |
| Appel de la commande désirée :<br>— mettre dans la pile l'adresse de la commande<br>— mise dans l'accumulateur du mode du moniteur<br>— RAZ de MODE<br>— RTS (branchement à la commande) | −66 | $FFBE | TOSUB | |
| Remise à zéro du mode entre deux commandes | −57 | $FFC7 | ZMODE | |
| Exécution de l'instruction dont l'adresse est dans (PCL, H) affichage de l'instruction et des registres obtenus :<br>commande Trace<br>étape de Trace | −1469<br>−318<br>−316 | $FA43<br>$FEC2<br>$FEC4 | STEP<br>TRACE<br>STEPZ | ancienne version du moniteur |

## ● Sous-programmes utilisables en langage machine

Nous donnons ci-dessous une liste non limitative de sous-programmes du moniteur utilisables en langage machine.

| Fonction | Adresse décimale | Adresse hexa-décimale | Nom | Registres détruits |
|---|---|---|---|---|
| Affichage d'un CR (retour chariot) | −626 | $FD8E | CROUT | A |
| Affichage d'un caractère sur l'écran à la position CV, CH | −531 | $FDED | COUT | A |
| Affichage de trois blancs sur l'écran | −1720 | $F948 | PRBLNK | A, X |

| Fonction | Adresse décimale | Adresse hexa-décimale | Nom | Registres détruits |
|---|---|---|---|---|
| Affichage du nombre de blancs (contenu dans X) | −1718 | $F94A | PRBL2 | A, X |
| Affichage du caractère dont le code ASCII est dans A et de (X − 1) blancs : | −1716 | $F94C | PRBL3 | A, X |
| — émission d'un "beep" | −198 | $FF3A | BELL | A |
| — affichage du message "ERR" et émission d'un "beep" | −211 | $FF2D | PRERR | A |
| Affichage de la valeur hexadécimale de la partie basse de l'accumulateur : | −541 | $FDE3 | PRHEX | A |
| — affichage du contenu de l'accumulateur | −550 | $FDDA | PRBYTE | A |
| — affichage du contenu des registres Y, X | −1728 | $F940 | PRNTYX | A |
| — affichage du contenu des registres A, X | −1727 | $F941 | PRNTAX | A |
| — affichage du contenu du registre X | −1724 | $F944 | PRNTX | A |
| Affichage de CR, du contenu des registres Y, X et d'un tiret | −618 | $FD96 | PRYX2 | A, Y |
| Affichage du contenu des registres Y, X et d'un tiret | −615 | $FD33 | | A, Y |
| Affichage de CR, de la valeur contenue dans A1H, A1L, et d'un tiret | −622 | $FD93 | PRA1 | A, X, Y |
| | −605 | $FDA3 | XAM8 | A(Y = 0) |
| Affichage des contenus hexadécimaux des adresses (A1L, H) à (A2L, H) | −589 | $FDB3 | XAM | A(Y = 0) |
| Sauvegarde des registres A, X, Y, P, S aux adresses $45-49 | −182 | $FF4A | SAVE | A, X |
| Affichage de CR, des noms des registres et de leurs valeurs (adresses $45-49X) | −1321 | $FAD7 | REGDSP | A, X |
| Affichage des noms et valeurs des registres | −1318 | $FADA | RGDSP1 | A, X |
| Restauration des registres A, X, Y, P (pas S) à partir des adresses $45-$49 | | | RESTORE | A, X, Y, P |
| Restauration des registres (sauf S) et branchement à l'adresse contenue dans A1L, H | −330 | $FEB6 | GO | A, X, Y, P |

| Fonction | Adresse décimale | Adresse hexa-décimale | Nom | Registres détruits |
|---|---|---|---|---|
| Déplacement de la zone mémoire comprise entre (A1L, H) et (A2L, H) vers la zone commençant à (A4L, H) (contenu de A4) | −468 | $FE2C | MOVE | A(Y=0) |
| Vérification de ce que la zone mémoire débutée à l'adresse (A4L, H) est identique à la zone mémoire comprise entre (A1L, H) et (A2L, H). Les différences sont affichées sur l'écran | −458 | $FE36 | VFY | A(Y=0) |
| Incrémentation de (A4L, H) | −844 | $FCB4 | NXTA4 | A |
| Incrémentation de A1L, H et si A2L, H est inférieur à A1L, H, positionnement du carry | −838 | $FCBA | NXTA1 | A |
| Positionnement de GBASL, H pour la ligne dont le numéro est dans l'accumulateur | −1977 | $F847 | GBASCALC | A |
| Si le carry n est positionné RAZ partie haute de l'accumulateur<br>Sinon on décale l'accumulateur de 4 positions vers la droite (conservation partie haute de l'accumulateur) | −1927 | $F879 | SCRN2 | A |
| Désassemblage de l'instruction située à l'adresse contenue dans PCL, H et affichage sur l'écran | −1840 | $F8D0 | INSTDSP | A, X, Y |
| Passage à l'instruction suivante à désassembler, ajout du contenu de LENGTH à celui de PCL, H, les résultats sont dans les registres A et Y (*le* 6502 *doit être en mode hexadécimal*) | −1709 | $F953 | PCADJ | A, X, Y |
| Lecture des manettes de jeux | −1250 | $FB1E | PREAD | A, Y |
| Attente de 0,1 s et émission de "beep" | −1059 | $FBDD | | A, Y |
| Chargement de Y=192 pour 0,1 s de beep | −1054 | $FBE2 | | A, Y |
| Emission de "beep" à 1 kHz durant le nombre de cycles indiqués dans Y | −1052 | $FBE4 | BELL2 | A, Y |

| Fonction | Adresse décimale | Adresse hexa-décimale | Nom | Registres détruits |
|---|---|---|---|---|
| Positionnement du caractère dans la mémoire d'écran si ce n'est pas un caractère de contrôle. Sinon traitement du caractère de contrôle | −1027 | $FBFD | VIDOUT | A, Y |
| Effacement de l'écran et positionnement du curseur en haut et à gauche de l'écran | −936 | $FC58 | HOME | A, Y |
| Remise à zéro de Y et affichage d'un tiret | −612 | $FD9C | | |
| Affichage d'un tiret sur l'écran | −610 | $FD94 | | |
| Affichage d'un caractère sur l'écran avec les actions appropriées pour les caractères de contrôle. Si (A) < $A0 branchement en COUTZ | −528 | $FDF0 | COUT1 | A |

# ANNEXE 1
# Codes ASCII

| ASCII Code | Character | ASCII Code | Character | ASCII Code | Character |
|---|---|---|---|---|---|
| 000 | NUL | 036 | $ | 072 | H |
| 001 | SOH | 037 | % | 073 | I |
| 002 | STX | 038 | & | 074 | J |
| 003 | ETX | 039 | ' | 075 | K |
| 004 | EOT | 040 | ( | 076 | L |
| 005 | ENQ | 041 | ) | 077 | M |
| 006 | ACK | 042 | * | 078 | N |
| 007 | BEL | 043 | + | 079 | O |
| 008 | BS | 044 | , | 080 | P |
| 009 | HT | 045 | - | 081 | Q |
| 010 | LF | 046 | . | 082 | R |
| 011 | VT | 047 | / | 083 | S |
| 012 | FF | 048 | 0 | 084 | T |
| 013 | CR | 049 | 1 | 085 | U |
| 014 | SO | 050 | 2 | 086 | V |
| 015 | SI | 051 | 3 | 087 | W |
| 016 | DLE | 052 | 4 | 088 | X |
| 017 | DC1 | 053 | 5 | 089 | Y |
| 018 | DC2 | 054 | 6 | 090 | Z |
| 019 | DC3 | 055 | 7 | 091 | [ |
| 020 | DC4 | 056 | 8 | 092 | \ |
| 021 | NAK | 057 | 9 | 093 | ] |
| 022 | SYN | 058 | : | 094 | ↑ |
| 023 | ETB | 059 | ; | 095 | < |
| 024 | CAN | 060 | < | 096 | ' |
| 025 | EM | 061 | = | 097 | a |
| 026 | SUB | 062 | > | 098 | b |
| 027 | ESCAPE | 063 | ? | 099 | c |
| 028 | FS | 064 | @ | 100 | d |
| 029 | GS | 065 | A | 101 | e |
| 030 | RS | 066 | B | 102 | f |
| 031 | US | 067 | C | 103 | g |
| 032 | SPACE | 068 | D | 104 | h |
| 033 | ! | 069 | E | 105 | i |
| 034 | " | 070 | F | 106 | j |
| 035 | # | 071 | G | 107 | k |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 108 | l | 115 | s | 122 | z |
| 109 | m | 116 | t | 123 | { |
| 110 | n | 117 | u | 124 | \| |
| 111 | o | 118 | v | 125 | } |
| 112 | p | 119 | w | 126 | ~ |
| 113 | q | 120 | x | 127 | DEL |
| 114 | r | 121 | y | | |

ASCII codes are in decimal.
LF = Line Feed, FF = Form Feed, CR = Carriage Return, DEL = Rubout

# ANNEXE 2
## Codes ASCII saisissables au clavier

| Key | Alone | CTRL | SHIFT | Both | Key | Alone | CTRL | SHIFT | Both |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| space | $A0 | $A0 | $A0 | $A0 | RETURN | $8D | $8D | $8D | $8D |
| 0 | $B0 | $B0 | $B0 | $B0 | G | $C7 | $87 | $C7 | $87 |
| 1! | $B1 | $B1 | $A1 | $A1 | H | $C8 | $88 | $C8 | $88 |
| 2" | $B2 | $B2 | $A2 | $A2 | I | $C9 | $89 | $C9 | $89 |
| 3# | $B3 | $B3 | $A3 | $A3 | J | $CA | $8A | $CA | $8A |
| 4$ | $B4 | $B4 | $A4 | $A4 | K | $CB | $8B | $CB | $8B |
| 5% | $B5 | $B5 | $A5 | $A5 | L | $CC | $8C | $CC | $8C |
| 6& | $B6 | $B6 | $A6 | $A6 | M | $CD | $8D | $DD | $9D |
| 7' | $B7 | $B7 | $A7 | $A7 | N^ | $CE | $8E | $DE | $9E |
| 8( | $B8 | $B8 | $A8 | $A8 | O | $CF | $8F | $CF | $8F |
| 9) | $B9 | $B9 | $A9 | $A9 | P@ | $D0 | $90 | $C0 | $80 |
| :* | $BA | $BA | $AA | $AA | Q | $D1 | $91 | $D1 | $91 |
| ;+ | $BB | $BB | $AB | $AB | R | $D2 | $92 | $D2 | $92 |
| ,< | $AC | $AC | $BC | $BC | S | $D3 | $93 | $D3 | $93 |
| -= | $AD | $AD | $BD | $BD | T | $D4 | $94 | $D4 | $94 |
| .> | $AE | $AE | $BE | $BE | U | $D5 | $95 | $D5 | $95 |
| /? | $AF | $AF | $BF | $BF | V | $D6 | $96 | $D6 | $96 |
| A | $C1 | $81 | $C1 | $81 | W | $D7 | $97 | $D7 | $97 |
| B | $C2 | $82 | $C2 | $82 | X | $D8 | $98 | $D8 | $98 |
| C | $C3 | $83 | $C3 | $83 | Y | $D9 | $99 | $D9 | $99 |
| D | $C4 | $84 | $C4 | $84 | Z | $DA | $9A | $DA | $9A |
| E | $C5 | $85 | $C5 | $85 | → | $88 | $88 | $88 | $88 |
| F | $C6 | $86 | $C6 | $86 | ← | $95 | $95 | $95 | $95 |
| | | | | | ESC | $9B | $9B | $9B | $9B |

# ANNEXE 3
## Codes ASCII affichables à l'écran

| Decimal | Inverse | | | | Flashing | | | | (Control) | | Normal | | | | (Lowercase) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hex | 0 $00 | 16 $10 | 32 $20 | 48 $30 | 64 $40 | 80 $50 | 96 $60 | 112 $70 | 128 $80 | 144 $90 | 160 $A0 | 176 $B0 | 192 $C0 | 208 $D0 | 224 $E0 | 240 $F0 |
| 0 $0 | @ | P | | 0 | @ | P | | 0 | @ | P | | 0 | @ | P | | 0 |
| 1 $1 | A | Q | ! | 1 | A | Q | ! | 1 | A | Q | ! | 1 | A | Q | ! | 1 |
| 2 $2 | B | R | " | 2 | B | R | " | 2 | B | R | " | 2 | B | R | " | 2 |
| 3 $3 | C | S | # | 3 | C | S | # | 3 | C | S | # | 3 | C | S | # | 3 |
| 4 $4 | D | T | $ | 4 | D | T | $ | 4 | D | T | $ | 4 | D | T | $ | 4 |
| 5 $5 | E | U | % | 5 | E | U | % | 5 | E | U | % | 5 | E | U | % | 5 |
| 6 $6 | F | V | & | 6 | F | V | & | 6 | F | V | & | 6 | F | V | & | 6 |
| 7 $7 | G | W | ' | 7 | G | W | ' | 7 | G | W | ' | 7 | G | W | ' | 7 |
| 8 $8 | H | X | ( | 8 | H | X | ( | 8 | H | X | ( | 8 | H | X | ( | 8 |
| 9 $9 | I | Y | ) | 9 | I | Y | ) | 9 | I | Y | ) | 9 | I | Y | ) | 9 |
| 10 $A | J | Z | * | : | J | Z | * | : | J | Z | * | : | J | Z | * | : |
| 11 $B | K | [ | + | ; | K | [ | + | ; | K | [ | + | ; | K | [ | + | ; |
| 12 $C | L | \ | , | < | L | \ | , | < | L | \ | , | < | L | \ | , | < |
| 13 $D | M | ] | - | = | M | ] | - | = | M | ] | - | = | M | ] | - | = |
| 14 $E | N | ^ | . | > | N | ^ | . | > | N | ^ | . | > | N | ^ | . | > |
| 15 $F | O | _ | / | ? | O | _ | / | ? | O | _ | / | ? | O | _ | / | ? |

# ANNEXE 4

## Tableau des sous-programmes assembleur utilisables classés par adresse croissante : (Moniteur)

| Adresse décimale | Adresse hexa-décimale | Nom | Fonction | Instruction APPLESOFT | Page |
|---|---|---|---|---|---|
| −2048 | $F800 | PLOT | affichage d'un point basse résolution | PLOT | |
| −2023 | $F819 | HLINE | tracé d'une ligne horizontale | HLIN AT | |
| −2008 | $F828 | VLINE | tracé d'une ligne verticale | VLIN AT | |
| −1998 | $F832 | CLRSCR | effacement de tout l'écran | | |
| −1994 | $F836 | CLRTØP | effacement des lignes graphiques basse résolution (40 l) sans toucher au texte | GR (partie) | |
| −1953 | $F85F | COLOR | positionnement de la couleur | COLOR | |
| −1948 | $F864 | SCRN | obtention de la couleur | SCRN | |
| −1728 | $F940 | PRNTYX | affichage du contenu des registres Y et X selon le format YYXX | | |
| −1727 | $F941 | PRNTYA | idem selon le format AAXX | | |
| −1724 | $F944 | PRNTX | affichage du contenu du registre X | | |
| −1720 | $F948 | PRBLNK | affichage de trois blancs | | |
| −1718 | $F94A | PRBL2 | affichage du nombre de blancs précisé par le registre X | SPC | |
| −1716 | $F94C | PRBL3 | affichage du caractère dont le code ASCII est dans l'accumulateur et de (X) − 1 blancs | | |
| −1250 | $FB1E | PREAD | lecture de la manette dont le numéro est dans X | PDL | |
| −1223 | $FB39 | SETTXT | passage en mode texte | TEXT | |
| −1216 | $FB40 | SETGR | passage en mode graphique basse résolution | GR | |
| −1063 | $FBD9 | BELL1 | attente d'un délai d'un centième de seconde et émission d'un "beep", si le contenu de l'accumulateur vaut $87 | | |

## ANNEXE 4 (suite)

| Adresse décimale | Adresse hexo-décimale | Nom | Fonction | Instruction APPLESOFT | Page |
|---|---|---|---|---|---|
| −1052 | $FBE4 | BELL2 | émission à la fréquence 1 kHz du nombre de "beep" égal au contenu du registre Y | | |
| −1036 | $FBF4 | ADVANCE | déplacement du curseur d'une position vers la droite | ESC-A | |
| −1008 | $FC10 | BS | déplacement du curseur d'une position vers la gauche | ESC-B | |
| −998 | $FC1A | UP | retour à la ligne précédente | ESC-D | |
| −958 | $FC42 | CLREOP | effacement de l'écran entre la position actuelle du curseur et le bas de l'écran | ESC-F | |
| −936 | $FC58 | HOME | effacement de l'écran et positionnement du curseur dans le coin supérieur gauche | HOME ESC-@ | |
| −926 | $FC62 | CR | retour au début de la ligne suivante | | |
| −922 | $FC66 | LF | passage à la ligne suivante sans changer de colonne | ESC-C | |
| −912 | $FC70 | SCROLL | déplacement des lignes de la fenêtre d'une position vers le haut | | |
| −868 | $FC9C | CLREOL | effacement de l'écran entre le curseur et la fin de la ligne | ESC-E | |
| −756 | $FDOC | RDKEY | remplacement du caractère sous le curseur par le prochain caractère saisi | | |
| −741 | $FD1B | KEYIN | lecture d'un caractère et affichage | | |
| −715 | $FD35 | RDCHAR | saisie d'un caractère avec traitement des fonctions ESC | | |
| −665 | $FD67 | GETLNZ | saisie d'une ligne | INPUT | |
| −550 | $FDDA | PRBYTE | affichage du contenu de l'accumulateur sous le format AA | | |
| −531 | $FDED | COUT | affichage d'un caractère sur le périphérique actif ou sur l'écran | PRINT | |

## ANNEXE 4 (suite)

| Adresse décimale | Adresse hexo-décimale | Nom | Fonction | Instruction APPLESOFT | Page |
|---|---|---|---|---|---|
| - | $FDFO | COUT1 | affichage d'un caractère sur l'écran | PR#0:PRINT | |
| -384 | $FE80 | SETINV | écran en mode inverse | INVERSE | |
| -380 | $FE84 | SETNORM | écran en mode normal | NORMAL | |
| -336 | $FEBO | | retour au Basic avec écrasement du programme | CTRL-B | |
| -211 | $FF2D | PRERR | affichage de 'ERR' et émission d'un "beep" | | 116 |
| -198 | $FF3A | BEEP | émission d'un "beep" sur la périphérie de sortie actif | | |
| -193 | $FF3F | RESTORE | restauration des registres à partir des adresses $45-$49 | | 132 |
| -182 | $FF4A | SAVE | sauvegarde des registres aux adresses $45-$49 | | |
| -151 | $FF69 | MONZ | entrée dans le moniteur | | 132 |
| -141 | $FF73 | NXTITM | traitement d'une commande | | 132 |

# ANNEXE 5
## Tableau des adresses utiles dans la zone des E/S

| Adresse décimale | Adresse hexadécimale | Signification |
|---|---|---|
| −16384 | $C000 | entrée clavier |
| −16368 | $C010 | validation clavier |
| −16352 | $C020 | sortie cassette |
| −16336 | $C030 | haut-parleur |
| −16304 | $C050 | mode graphique |
| −16303 | $C051 | mode texte |
| −16302 | $C052 | graphisme seul |
| −16301 | $C053 | texte et graphisme |
| −16300 | $C054 | page 1 |
| −16299 | $C055 | page 2 |
| −16298 | $C056 | basse résolution |
| −16297 | $C057 | haute résolution |
| −16296 | $C058 | mise à 0 de la sortie numérique 0 (TTL) |
| −16295 | $C059 | mise à 1 de la sortie numérique 0 (TTL) |
| −16294 | $C05A | mise à 0 de la sortie numérique 1 (TTL) |
| −16293 | $C05B | mise à 1 de la sortie numérique 1 (TTL) |
| −16292 | $C05C | mise à 0 de la sortie numérique 2 (TTL) |
| −16291 | $C05D | mise à 1 de la sortie numérique 2 (TTL) |
| −16290 | $C05E | mise à 0 de la sortie numérique 3 (TTL) |
| −16289 | $C05F | mise à 1 de la sortie numérique 3 (TTL) |
| −16288 | $C060 | entrée cassette |
| −16287 | $C061 | entrées numériques-bouton poussoir manette 0 |
| −16286 | $C062 | entrées numériques-bouton poussoir manette 1 |
| −16285 | $C063 | entrées numériques-bouton poussoir manette 2 |
| −16284 | $C064 | entrées analogiques-manettes de jeux 0 |
| −16283 | $C065 | entrées analogiques-manettes de jeux 1 |
| −16282 | $C066 | entrées analogiques-manettes de jeux 2 |
| −16281 | $C067 | entrées analogiques-manettes de jeux 3 |
| −16272 | $C070 | |

# INDEX ALPHABÉTIQUE


**A**

accès à la mémoire (Basic), 15.
accès à la mémoire (moniteur), 95.
accès au miniassembleur, 110.
accès au moniteur, 93.
accès aux registres du 6502, 107.
accumulateur, 77, 107.
adressage en mémoire, 79.
affichage de points sur l'écran (mode basse résolution), 48, 143.
affichage de points sur l'écran (mode haute résolution), 53.
alimentation, 3.
AND, 13, 88.
arrêt d'un programme (Basic), 15.
assembleur, 16, 73, 87, 92, 107, 113.
assemblage d'une table de figures graphiques, 62.
attente d'un délai, 147.
autotest, 4.

**B**

branchement (Basic), 14.
branchement (assembleur), 86.

**C**

caractères alphanumériques, 11.
carte d'extension, 6, 9, 134.
carte mémoire, 26, 75, 120.
carte Péritel, 8.
carte R.V.B., 8.
cassette, 3, 67, 102, 145.
chaîne de caractères, 11, 12, 24.
clavier, 1, 3, 130, 135.
codage d'une table de figures graphiques, 60.
COLOR, 47.
comparaison de zones mémoire (moniteur), 100.
connecteur, 3, 77.
contrôle (instructions de) (Basic), 14.
contrôle (instructions de) (assembleur), 87.
couleur (mode basse résolution), 46.
couleur (mode haute résolution), 51.
courbe (tracé de), 55.
création de votre commande utilisateur (moniteur), 119.
création d'un programme assembleur (moniteur), 108.
création d'une table de figures graphiques, 63.

**D**

définition d'une table de figures graphiques, 60.
disquette, 67, 104, 105, 106.
DRAW, 68.

**E**

édition de texte sur l'écran, 16, 139.
entier numérique, 11, 30.
entrées/sorties, 4, 6, 18, 21, 92, 118, 129, 135.
examen de la mémoire (Basic), 15.
examen de la mémoire (moniteur), 95.
exécution d'un programme (Basic), 15.
exécution d'un programme (assembleur), 108.

**F**

figures graphiques haute-résolution, 60.
  définition, 60.
  codage, 60.
  assemblage d'une table, 62.
  création d'une table, 63.
  sauvegarde sur cassette, 67.
  sauvegarde sur disquette, 67.
  utilisation, 67.
  DRAW, 68.
  XDRAW, 69.
  SCALE =, 69.
  ROT =, 70.
fonctions (Basic), 24.
fréquence d'un son, 3, 73.
GOTO, 14.
GOSUB, 14.

G

graphisme basse résolution, 8, 45, 127, 132, 140, 143.
  passage en mode graphique basse résolution, 46.
  couleurs basse résolution, 47, 50.
  affichage de points, 48, 50.
  tracé de lignes, 48.
  gestion du mode par le moniteur, 143.
graphisme haute résolution, 8, 36, 45, 52, 126, 132, 140.
  passage en mode graphique haute résolution, 52.
  couleurs haute résolution, 52.
  affichage de points, 53.
  tracé de lignes, 53.
  tracé de courbe, 55.
  figures graphiques haute résolution, (voir lettre F).
GR, 46.

H

haut-parleur, 3, 131, 145.
HGR, 52.
HIMEM, 15.

I

imprimante, 34, 118.
INPUT, 18.
initialisation de la mémoire (Basic), 15.
initialisation de la mémoire (moniteur), 101.
instructions de la mémoire (Basic), 14.
instructions de la mémoire (assembleur), 81.
instructions de la mémoire (miniassembleur), 111.
interface parallèle, 7, 34.
interface série, 8, 34.
interruption, 148.
interruption IRQ/BRK, 151.
interruption NMI, 149.
interruption Reset, 150.

J/K

jeux, 74, 131, 147.

L

langage, 5, 6, 11, 108.
LOMEM, 15.

M

manettes de jeux mémoire, 3, 50, 74, 131, 147.
  carte mémoire, 25, 75, 120.
  mémoire morte, 4, 75, 107.
  mémoire vive, 5, 77.
  examen de la mémoire, 15, 95.
  modification de la mémoire, 15, 97.
  initialisation de la mémoire, 101.
  recopie d'une zone mémoire, 99.
  comparaison de 2 zones mémoire, 100.
  sauvegarde sur cassette, 102.
  sauvegarde sur disquette, 104.
  vérification d'une zone mémoire, 105.
  pages mémoires, 26 à 29, 120 à 125.
microprocesseur 6502, 3, 75, 81, 107.
miniassembleur, 76, 110 à 114.
  accès au miniassembleur, 110.
  sortie du miniassembleur, 111.
  instructions du miniassembleur, 111.
  accès aux commandes du moniteur, 111.
mise au point des programmes assembleur, 113.
moniteur, 75, 93 à 158.
  commandes du moniteur, 93.
  accès au moniteur, 93.
  sortie du moniteur, 94.
  accès à la mémoire (voir mémoire), 95.
  création d'une commande utilisateur, 119.
  sous-programmes d'entrée-sortie, 137.
  utilisation des commandes comme sous-programmes, 151.
modem, 8.
modes d'adressage, 79.

N

NOT
négation logique (NOT), 13, 88.

O

opérateurs logiques, 13, 88.
opérateurs numériques, 12, 90.
opérateurs relationnels, 13, 87.
OR, 13, 88.
ou logique (OR), 13, 88.

P

pile, 77, 79, 91.
pointeur de pile, 77, 79.

pointeur de programmes, 78.
PRINT, 18.

R

RAM (voir mémoire vive)
registre d'état du 6502, 78.
registres d'index du 6502, 77, 79.
ROM (voir mémoire morte), 70.

S

SCALE =, 69.
son, 3, 72.
sortie vidéo, 1, 3, 8.
sous-programmes, 14, 37, 91, 151.
système d'exploitation, 5, 6.

T

tableaux, 12, 30.
texte (mode de l'écran), 8, 35, 127, 132, 140.
TEXT, 45.
tracé de courbe, 55.
tracé de lignes, 48, 53.
traitement des erreurs en Basic, 22.

U

unité arithmétique et logique (UAL), 76.
unité centrale, 4.

V

variable entière, 11, 29.
variable réelle, 11, 29.

X

XDRAW, 69.

EDIMICRO
10, rue Henri-Pape 75013 PARIS

*Imprimé en France.* — JOUVE, 18, rue Saint-Denis, 75001 PARIS
Dépôt légal 1re Edition : avril 1983
2e Edition. Dépôt légal : juin 1983
N° 12312. Dépôt légal réimpression : janvier 1984

# GUIDE DE L'APPLE

## L'APPLE STANDARD

Benoît de Merly

*« Voici le livre que nous attendions : complet, clair et pratique, il devrait rapidement devenir le compagnon familier et indispensable de tous les utilisateurs de l'Apple.*
*Nous sommes particulièrement heureux de saluer son arrivée au moment où nous sortons notre nouvel Apple II : le Apple II e. »*

**Jean-Louis Gassée**
**Directeur Général de Apple France**

Ce livre s'adresse à toute personne qui utilise un ordinateur personnel Apple, ou qui désire approfondir ses connaissances de l'Apple.
Chacun y trouvera l'information pratique dont il a besoin, quelle que soit l'application envisagée : gestion, calcul scientifique, jeux, graphiques, acquisition de données, contrôle de processus...

### l'auteur

L'auteur, Ingénieur civil des Ponts et Chaussées, titulaire d'une licence en informatique, a eu l'idée de ce livre en utilisant lui-même un Apple : il s'est donc posé les questions que l'utilisateur sera amené à se poser s'il veut tirer de son ordinateur toutes ses ressources, et le maîtriser parfaitement.

## GUIDE DE L'APPLE

| TOME 1 | TOME 2 | TOME 3 |
|---|---|---|
| L'APPLE STANDARD | LES EXTENSIONS | LES APPLICATIONS |

Edimicro

# GUIDE DE L'APPLE 1 . L'APPLE STANDARD

Benoît de Merly